

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LAÍS RESENDE PAULINO

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL E
LAMINITE EM BOVINOS CONFINADOS RECEBENDO GRÃO DE AVEIA BRANCA
INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO

CURITIBA

2020

LAÍS RESENDE PAULINO

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL E
LAMINITE EM BOVINOS CONFINADOS RECEBENDO GRÃO DE AVEIA BRANCA
INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Roque de Barros Filho

CURITIBA

2020

Paulino, Laís Resende

Avaliação do desenvolvimento de acidose láctica ruminal e laminite em bovinos confinados recebendo grão de aveia branca integral em substituição da silagem de milho. / Laís Resende Paulino. - Curitiba, 2020.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Orientador: Ivan Roque de Barros Filho.

1. Bovinos de corte - Doenças. 2. Bovinos de corte - Alimentação e rações. 3. Doenças metabólicas. I. Barros Filho, Ivan Roque de. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS - 40001016023P3

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LAÍS RESENDE PAULINO** intitulada: **AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL E LAMINITE EM BOVINOS CONFINADOS RECEBENDO GRÃO DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO**, sob orientação do Prof. Dr. IVAN ROQUE DE BARROS FILHO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Março de 2020.

IVAN ROQUE DE BARROS FILHO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RODRIGO DANIEL OLLHOFF

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)

JOÃO HENRIQUE PEROTTA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e também pela força diária concedida a cada nova manhã, a fim de que pudesse enfrentar os desafios.

Ao meu pai Nelson, que com muita honestidade proporcionou-me a oportunidade de estudo, apoiando minhas decisões e me motivando em todas as etapas da vida.

À minha mãe Luciete, que com carinho e dedicação me ensinou que com disciplina alcançaria todos os meus objetivos.

Ao meu irmão André Luís por torcer e acreditar na minha capacidade.

Ao César Ulisses por me motivar, compreendendo meus momentos e sempre apresentando alternativas e palavras bondosas.

Ao Prof. Dr. Ivan Barros de Roque Filho, pela orientação deste trabalho, assim como pelos ensinamentos durante o período do mestrado.

À Prof. Dra. Juliana Sperotto Brum e ao Prof. Dr. João Henrique Perotta, pela dedicação e grande apoio nas análises histopatológicas e estatísticas.

À Universidade Federal do Paraná, Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e Universidade Estadual de Ponta Grossa pelo apoio para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de mestrado.

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento de acidose láctica ruminal e laminite em bovinos que receberam grão de aveia branca integral como fonte de fibra em confinamento utilizando dietas de alto grão. O estudo foi realizado na Estação Experimental Fazenda Modelo (EEFM), em parceria com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) de Ponta Grossa – PR. Foram utilizados 35 novilhos da raça Purunã e de idade média de 10 meses. Os animais foram divididos em cinco grupos, equilibrados por peso e idade, e receberam cinco tratamentos experimentais constituídos por diferentes teores de substituição do volumoso (silagem de milho) por grão de aveia branca, sendo assim identificados: 0A = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 50% de aveia branca. Foram coletadas amostras de fluido ruminal no término do confinamento (129º dia) com o auxílio da sonda esofágica de Schambye e imediatamente analisadas. Após o abate dos animais, fragmentos de tecido ruminal e o tecido laminar dos dígitos medial e lateral do membro pélvico foram coletados, armazenados em formol a 10% e processados rotineiramente para histologia. Os resultados da avaliação do fluido ruminal revelaram que utilização do grão de aveia branca integral reduziu linearmente o pH ruminal, com diferença significativa entre o grupo 0A e 100A ($P=0,024$). No entanto, o valor manteve-se dentro dos limites fisiológicos para a espécie bovina, não indicando acidez ruminal ao final do experimento. Além disso, a utilização do grão de aveia não alterou a morfologia das papilas ruminais ($P>0,05$). Com estes achados, é possível que a substituição total da silagem de milho pelo grão de aveia seja viável. Entretanto, foram observados rápido metabolismo fermentativo da microbiota ruminal, papilas ruminais relativamente desenvolvidas e lesões compatíveis com laminite até mesmo no grupo controle que não recebeu o grão de aveia, indicando que as lesões não foram causadas pelo grão de aveia branca ($P>0,05$). Possivelmente a soma da utilização mínima de 50% de concentrado com o uso de baias com piso de concreto em todos os grupos tratamentos pode ser citada como o principal fator de ocorrência destes achados.

Palavras-chave: Bovinocultura de corte. Dietas de alto grão. Fluido ruminal. Doenças metabólicas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the development of ruminal lactic acidosis and laminitis in cattle fed with whole white oat grain as a source of fiber in feedlot using high grain diets. The study was carried out at the Experimental Station Model Farm, in partnership with the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR) of Ponta Grossa - PR. Thirty-five Purunã steers were used and the mean age was 10 months. The animals were divided in five groups, balanced by weight and age, and received five experimental treatments consisting of different substitute contents of the corn silage for white oat grains, thus being identified: 0A = 50% concentrate + 50 % of corn silage (control); 25A = 50% concentrate + 37.5% corn silage + 12.5% whole white oats; 50A = 50% concentrate + 25% corn silage + 25% white oats; 75A = 50% concentrate + 12.5% corn silage + 37.5% white oats; 100A = 50% concentrate + 50% white oats. Samples of ruminal fluid were collected at the end of feedlot (day 129°) with the aid of the Schambye esophageal tube and immediately analyzed. After slaughtering, fragments of rumen and laminar tissue of hind limb were collected and stored in 10% formalin. After fixation, tissues were routinely processed for histology. Ruminal fluid analysis revealed that whole grain oats reduced ruminal pH, with a significant difference between 0A and 100A groups ($P = 0.024$). However, the pH value remained within the physiological range, not indicating ruminal lactic acidosis at the end of the experiment. Whole grain oats did not change the ruminal papillae morphology ($P > 0.05$). With these findings, it is possible that the total replacement of corn silage by oat grains can be viable. However, rapid fermentative metabolism of ruminal microbiota, relatively developed ruminal papillae and histological lesions compatible with laminitis were observed in the five treatment groups, indicating that findings was not caused by white oat grain ($P > 0.05$). Possible the combination of 50% of concentrate fed and housing the animals in concrete floors may be the main factor in the development of the findings in all groups.

Key-words: Beef cattle. High grain diets. Ruminal fluid. Metabolic diseases.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – INDIVÍDUO FÊMEA (A) E MACHO (B) DA RAÇA PURUNÃ.....	16
FIGURA 2 – HISTOLOGIA DO TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINO. O TECIDO É FEITO DE ESTRATO CÓRNEO (1), LÂMINAS EPIDÉRMICAS (2), LÂMINAS DÉRMICAS (3) E DERME (4).....	26
FIGURA 3 – VARIÁVEIS ANALISADAS NA HISTOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE BOVINOS, CORADAS PELO MÉTODO HEMATOXILINA- EOSINA, USANDO A OBJETIVA 10X (A) E 40X (B). 1) LARGURA DA PAPILA. 2) LARGURA DA LÂMINA PRÓPRIA. 3) LARGURA TOTAL DO EPITÉLIO. 4) ESPESSURA DO EPITÉLIO QUERATINIZADO. 5) ESPESSURA DO EPITÉLIO NÃO QUERATINIZADO.....	32
FIGURA 4 – EXTRAÇÃO DO TECIDO LAMINAR (1) DO CASCO BOVINO, LOCALIZADO ENTRE O ESTRATO CÓRNEO (2) E A FALANGE DISTAL (3)	33
FIGURA 5 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO PH RUMINAL DE 35 BOVINOS CONFINADOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.	35
FIGURA 6 – MÉDIA DA LARGURA TOTAL DA PAPILA, LÂMINA PRÓPRIA E EPITÉLIO TOTAL OBTIDOS NA HISTOPATOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.....	37

FIGURA 7 – MÉDIA DA ESPESSURA DO EPITÉLIO QUERATINIZADO E NÃO QUERATINIZADO OBTIDO NA HISTOPATOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO	38
FIGURA 8 – ALTERAÇÕES MICROSCÓPICAS OBSERVADAS DA DERME DO TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINO. A) CÉLULAS INFLAMATÓRIAS EXTRAVASCULAR (SETA). B) HEMORRAGIA (SETA). C) CONGESTÃO (SETA) E CÉLULAS INFLAMATÓRIAS INTRAVASCULAR (CABEÇA DE SETA). D) EDEMA (SETA).....	40
FIGURA 9 – MICROSCOPIA DE TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINOS EVIDENCIANDO ALTERAÇÕES DO FORMATO DOS NÚCLEOS DAS CÉLULAS BASAIS. A) PRESENÇA DE CERCA DE 50% DE NÚCLEOS OVAIS PERPENDICULAR À MEMBRANA BASAL (SETA) E 50% DE NÚCLEOS REDONDOS (CABEÇA DE SETA). B) PREDOMÍNIO DE NÚCLEOS REDONDOS. C) NÚCLEOS ALONGADOS. D) AUSÊNCIA DE NÚCLEOS	41
FIGURA 10 – MICROSCOPIA DE TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINOS EVIDENCIANDO ALTERAÇÕES NAS LÂMINAS EPIDERMAIS. A) ENCURTAMENTO DAS LÂMINAS EPIDÉRMICAS. B) AFILAMENTO DAS LÂMINAS EPIDÉRMICAS. C) AUMENTO DAS CÉLULAS SUPRABASAIS. D) NÚCLEOS DAS CÉLULAS BASAIS COM COLORAÇÃO CLARA (EUCROMATINA). E) IRREGULARIDADE DE MEMBRANA BASAL. F) BROTAMENTO DAS PONTAS DAS LÂMINAS EPIDERMAIS.	42

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PADRÃO DE REFERÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO PONDERAL DE ANIMAIS DE RAÇA PURUNÃ EM REGIME DE PASTO	17
QUADRO 2 – DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NA HISTOPATOLOGIA DA REGIÃO DA DERME DO TECIDO LAMINAR DO CASCO BOVINO	33
QUADRO 3 – DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NA HISTOPATOLOGIA DAS LÂMINAS EPIDERMAS DO TECIDO LAMINAR DO CASCO BOVINO	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO PH E PROVA DE REDUÇÃO DO AZUL DE METILENO DO FLUIDO RUMINAL DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE GRÃO DE AVEIA BRANCA EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.....	35
TABELA 2 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DE PROTOZOÁRIOS E TEMPO DE SEDIMENTAÇÃO (TAS) E FLOTAÇÃO (FLOT) DO FLUIDO RUMINAL DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.....	36
TABELA 3 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA MORFOMETRIA (ALTURA, LARGURA E ÁREA) DE PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.....	37
TABELA 4 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DE VACUOLIZAÇÃO DAS CÉLULAS DO ESTRATO ESPINHOSO E BASAL AVALIADOS NA HISTOPATOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.....	38
TABELA 5 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DAS VARIÁVEIS AVALIADAS NA DERME DO TECIDO LAMINAR DO DÍGITO MEDIAL (MED.) E LATERAL (LAT.) DO MEMBRO PÉLVICO DIREITO DE 35 BOVINOS, SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.....	44

TABELA 6 – FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DAS VARIÁVEIS AVALIADAS NA EPIDERME DO TECIDO LAMINAR DO DÍGITO MEDIAL (MED.) E LATERAL (LAT.) DO MEMBRO PÉLVICO DE 35 BOVINOS, SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO	46
--	----

LISTA DE SIGLAS

ANOVA – Análise de variância

cm – Centímetro

FLOT – Tempo de flotação

HE – Hematoxilina-eosina

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

mL – Mililitros

mm – Milímetros

pH – Potencial hidrogênico

TAS – Tempo de sedimentação

TRAM – Tempo de redução do azul de metileno

µm – Micrômetros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	RAÇA PURUNÃ	16
3.2	PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA EM CONFINAMENTO	17
3.3	USO DE DIETAS DE ALTO GRÃO NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS	19
3.4	O GRÃO DE AVEIA NA DIETA DE BOVINOS	21
3.5	ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL	23
3.6	LAMINITE	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	ANIMAIS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	29
4.2	AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO	30
4.2.1	Análise do fluido ruminal	30
4.2.2	Avaliação anatomopatológica do rúmen	31
4.2.3	Avaliação anatomopatológica do tecido laminar	32
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
5	RESULTADOS	35
5.1	ANÁLISE DO FLUIDO RUMINAL	35
5.2	AVALIAÇÃO ANATOMATOLÓGICA DO RÚMEN	37
5.3	AVALIAÇÃO ANATOMATOLÓGICA DO TECIDO LAMINAR	39
6	DISCUSSÃO	47
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se por ser um dos mais importantes produtores de carne bovina no mundo (BRASIL, 2017). Atualmente, o país produz cerca 9,7 milhões de toneladas de carne bovina, totalizando 14,4% da produção mundial (ABIEC, 2018). A produção nacional abastece principalmente o mercado interno e cada vez mais ganha participação no comércio internacional (GOMES, FEIJÓ e CHIARI, 2017). Segundo os dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2018), no ano de 2018 o país exportou cerca de 1,64 milhões de toneladas de carne bovina, volume 11% acima do registrado em 2017.

Conforme as exigências do mercado, a evolução da bovinocultura de corte requer que os animais atinjam o ganho de peso no seu melhor desempenho produtivo. Com o objetivo de reduzir as perdas de peso, assegurar a manutenção dos animais e permitir ganhos de peso independente da época do ano, os animais são introduzidos em regimes intensivos de confinamento no momento da terminação. (CEZAR et al., 2005; GOMES, FEIJÓ e CHIARI, 2017).

Normalmente, a alimentação dos sistemas de confinamentos convencionais envolve teores de volumoso e de concentrado na ração (CEZAR et al., 2005). Entretanto, atualmente vem sendo adotado uma alternativa tecnológica na produção de bovinos, como o uso de dietas sem volumoso, com a finalidade de aperfeiçoar a função da produção e reduzir o tempo de abate (PAULO e RIGO, 2012). Embora proporcione maior eficácia de produção do sistema em um todo, o emprego de dietas de alto concentrado é arriscado, podendo apresentar redução da digestibilidade ou desenvolvimento de doenças metabólicas, como a acidose láctica ruminal (PAULINO et al., 2013).

A acidose láctica ruminal é uma enfermidade associada à ingestão de dietas contendo alto percentual de carboidratos fermentáveis, como os alimentos ricos em amido (aveia, grãos de cereais, trigo, milho e sorgo) (HERNÁNDEZ et al., 2014). Segundo a magnitude do problema, os animais acometidos com acidose láctica ruminal poderão apresentar complicações como: 1) paraqueratose ruminal e ruminite com o desenvolvimento de abscessos em fígado, rim, pulmão, coração; 2) laminite causada pela absorção de substâncias vasoativas através da parede ruminal, com consequente isquemia do dígito distal; 3) acidose metabólica resultante da queda do

pH sanguíneo, tendo como consequências fibrilação ventricular, parada cardíaca e possível morte do animal; 4) polioencefalomalácia devido ao déficit de vitamina B1 (tiamina) causado pela incapacidade de produção pelas bactérias ruminais (KLEEN et al., 2003; AFONSO e MENDONÇA, 2007).

Como prevenção da ocorrência de acidose láctica ruminal e as suas complicações em bovinos de engorda, deve-se atuar principalmente no uso adequado de um manejo nutricional, respeitando-se a porcentagem de fibra oferecida ao animal (HERNÁNDEZ et al., 2014). Para suprir a fibra fisicamente efetiva que se encontra ausente em dietas de alto concentrado, o grão de aveia branca vem sendo utilizado como um ingrediente alternativo. Este grão oferece menor risco de ocasionar acidose láctica ruminal em condições de suplementação pouco controladas, pois é o cereal de maior teor de fibra bruta, com valor em torno de 10%, enquanto que os demais cereais não atingem mais que 3% (CAMPOS e GONZALES, 2016). Desta forma, o grão comporta-se como um alimento concentrado-volumoso e vem contribuindo como fonte de fibras neste tipo de alimentação (PEIXOTO, MOURA e FARIA, 1985).

O grão de aveia de boa qualidade pode ser usado em níveis de até um terço do consumo de concentrado em rações de acabamento sem reduzir a taxa de ganho ou afetar a eficiência alimentar. No entanto, o grão de aveia ainda é um alimento concentrado e pode provocar quadros de acidose láctica ruminal em animais jovens (JOHNSON e BOYLES, 1991). Informações são escassas sobre qual deve ser o nível ideal do grão de aveia na dieta de confinamentos sem que se desenvolva acidose láctica ruminal e suas complicações. Contudo, torna-se necessário a avaliação do efeito do uso grão de aveia em substituição da silagem de milho como volumoso, a fim de verificar a seguridade da dieta a ser ofertada aos animais de confinamento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da substituição da silagem de milho por grão de aveia branca integral como fonte de fibra em dietas de alto grão, sobre o desenvolvimento de acidose láctica ruminal e laminite em bovinos confinados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as alterações no fluido ruminal de bovinos alimentados com diferentes níveis de grão de aveia integral como fonte de fibras em dietas de alto grão.
- Investigar as alterações histopatológicas da mucosa ruminal e do casco dos bovinos alimentados com diferentes níveis de grão de aveia integral como fonte de fibras em dietas de alto grão.
- Determinar o nível de grão de aveia integral na dieta em substituição a silagem de milho, sem que haja desenvolvimento de acidose láctica ruminal em bovinos em confinamento.
- Investigar a presença de laminite e correlacioná-la à substituição da silagem de milho pelo grão de aveia branca integral.

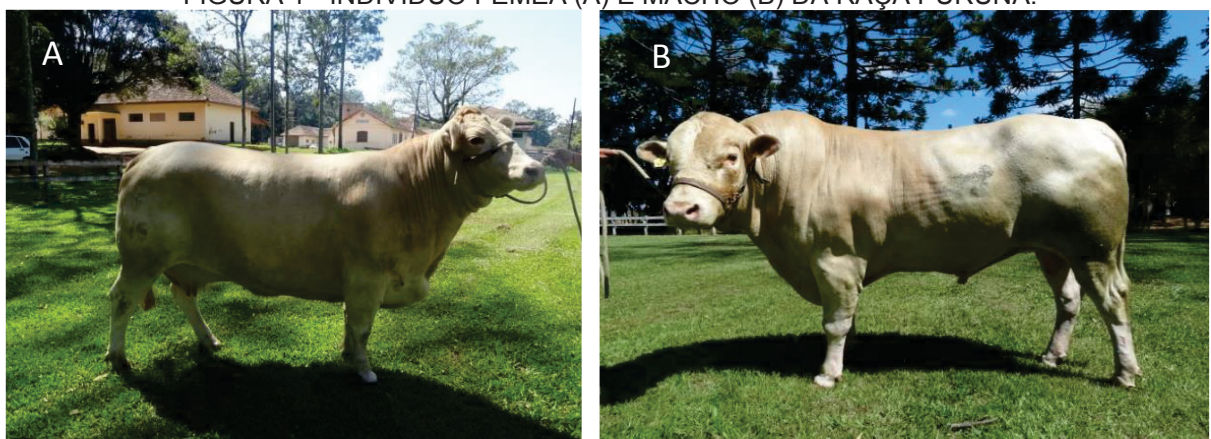
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RAÇA PURUNÃ

O Purunã é uma raça bovina que foi desenvolvida pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). A sua criação caracteriza a única raça gerada em um centro estadual de pesquisa e a primeira raça de gado de corte desenvolvida no estado do Paraná. O nome Purunã origina-se da serra que demarca o início dos Campos Gerais do Paraná, tradicional região agropecuária do estado. A raça é obtida pelo cruzamento sucessivo e controlado de quatro raças: Aberdeen Angus, Caracu, Canchim e Charolês (IAPAR, 2019).

Os animais Purunã possuem rusticidade, tolerância ao calor e resistência ao carrapato. Estas qualidades foram herdadas das raças Caracu e Canchim. Além disso, possuem carcaça de alta qualidade devido ao marmoreio e a cobertura de gordura, característica adquirida do Aberdeen Angus. Das raças Caracu e Aberdeen Angus, as vacas (Figura 1A) herdaram docilidade, precocidade, boa habilidade materna e tamanho adulto moderado. Do Charolês, os machos (Figura 1B) obtiveram rápido de ganho de peso em pastagens, excelente eficiência alimentar em confinamento e elevada porcentagem de cortes nobres (IAPAR, 2019).

FIGURA 1 - INDIVÍDUO FÊMEA (A) E MACHO (B) DA RAÇA PURUNÃ.



FONTE: Santos, Perotto e Silva (2016).

O temperamento dos animais Purunã é dócil e alerta. Para manter o padrão racial, os animais devem apresentar boa distribuição de massas musculares, de forma contínua num corpo retangular, com linhas definidas pelo lombo reto e

nivelado. A pelagem pode variar de branca, cinza claro ao escuro ou tons avermelhados. Os animais deverão ter pelo curto, liso, brilhante e sentado no couro, no entanto, admitem-se variações em função da região climática e da época do ano (SANTOS, PEROTTO e SILVA, 2016).

Os animais da raça Purunã possuem aptidão para a produção de carne, apresentando um bom rendimento de corte e marmoreio na carne. O desenvolvimento ponderal dos animais da raça Purunã em regime de pasto está disposto no quadro 1. Segundo Santos, Perotto e Silva (2016), os machos possuem bom desempenho na terminação, tanto em pasto como em confinamento. Conforme Prado et al. (2015), a terminação de touros jovens da raça Purunã em confinamento produziu maior quantidade de porções comestíveis e maiores cortes comerciais, permitindo assim uma maior valorização da carcaça.

QUADRO 1 - PADRÃO DE REFERÊNCIA DE PESO PARA O DESENVOLVIMENTO PONDERAL DE ANIMAIS DA RAÇA PURUNÃ EM REGIME DE PASTO.

Característica	Valor de referência (Kg)	
	Machos	Fêmea
Peso aos 120 dias (Fase materna)	125	118
Peso aos 210 dias (Desmama)	175	165
Peso aos 365 dias	235	197
Peso aos 540 dias	338	278

FONTE: Santos, Perotto e Silva (2016).

3.2 PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA EM CONFINAMENTO

O Brasil é um país com uma criação de bovino de corte normalmente alimentado em pastagens. Nos sistemas a pasto, os animais são criados de forma extensiva e normalmente caracterizados por baixa produtividade (CEZAR et al., 2005). Entretanto, a evolução da pecuária e as exigências do mercado por produtos que atinjam o ganho de peso no seu potencial máximo vêm requerendo a introdução dos animais em sistemas de produção intensivos e modernos, como os confinamentos (GOMES, FEIJÓ e CHIARI, 2017).

O sistema de criação em confinamento ocorre no momento da engorda e terminação do gado bovino de corte. Ao atingirem idade adequada, os animais são

mantidos em galpões, currais e outras instalações, onde recebem água e alimentação até o momento do abate (CEZAR et al., 2005). Este sistema visa acelerar o crescimento do bovino, reduzir a idade do abate e a retirada de animais mais pesados do pasto durante a seca (LANNA e ALMEIDA, 2005).

No ano de 2005, somente 5% dos animais abatidos no Brasil eram terminados em confinamento, o que equivalia a 2,5 milhões de um total de aproximadamente 40 milhões de cabeças abatidas anualmente (LANNA e ALMEIDA, 2005). Em 2017, o volume de animais abatidos provenientes de confinamento atingiu 4,09 milhões de animais, correspondendo a 10,4% do abate total (ABIEC, 2018).

A maior parte do rebanho bovino de corte nacional é confinada por cerca de 70-80 dias devido à baixa disponibilidade de pasto em épocas secas (LANNA e ALMEIDA, 2005). De acordo com Euclides Filho (2003), os animais confinados podem ser abatidos precocemente pois os 80 dias em confinamento podem substituir tecnicamente oito meses de pastejo. Segundo Gomes, Feijó e Chiari (2017), os avanços nas tecnologias de terminação intensiva em confinamento agregaram maior produtividade e foram decisivos para a diminuição na idade de abate, o que está intimamente ligado ao incremento da qualidade da carne brasileira.

A utilização do confinamento possui inúmeras vantagens, como aumento do ganho econômico do produtor pela produção de carne com rendimento e qualidade superior, o abate de animais precoces ou superprecoces, a produção contínua de carne para frigoríficos, esterco para lavouras ou para biodigestores, e o aproveitamento de subprodutos agrícolas ou outros alimentos de qualidade superior. Além disso, é vantajoso pela liberação de pastagens para criação de outra categoria de animais, rodízio do capital e melhor aproveitamento dos pastos que são utilizados como capineira (ANDRIGUETTO et al., 1984; LANNA e ALMEIDA, 2005; CEZAR et al., 2005).

Como desvantagem, o confinamento apresenta os riscos sanitários, custos gerais do aumento da demanda de mão-de-obra, maquinário específico e dificuldade de manejo (LANNA e ALMEIDA, 2005). O estudo de Barbieri, Carvalho e Sabbag (2016) concluiu que apesar da alta lucratividade, o sistema de confinamento deve ser analisado com cautela, uma vez que os custos de produção são elevados. Barbosa et al. (2006) comprovaram que os gastos com insumos e alimentos no

sistema de confinamento são altos e constituem a maior parte do custo operacional da atividade.

Como norma geral, no mínimo 1/3 da alimentação em confinamento deve ser constituída por alimentos volumosos para os animais expressarem o bom funcionamento do rúmen, garantir uma boa nutrição, saúde e bem-estar ao animal (ANDRIGUETTO et al., 1984). No entanto, não são raras as situações em que dietas muito baixas em fibra são utilizadas em terminação de bovinos de corte. Isto se deve pois dietas ricas em volumoso são mais difíceis de manipular, requerem maior quantidade de máquinas e equipamentos, são menos estáveis no cocho, e podem não permitir consumo de energia suficiente para otimizar o desempenho animal (PIOVESAN e GAI, 2016). Segundo Millen et al. (2009), o nível médio de volumoso utilizado em dietas de terminação no Brasil foi de 28,8% com variação expressiva de 12 a 45%. Estes valores são relativamente altos comparados a países em que a terminação em confinamento é empregada de forma mais intensa. Nos Estados Unidos, o volumoso utilizado na terminação de bovinos é de até 10%, sendo a base dietas compostas de concentrado (GROVUM, 1988).

3.3 USO DE DIETAS SEM FORRAGEM NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS

No Brasil, o emprego de dietas sem forragem na terminação de bovinos ainda é uma tecnologia relativamente nova, pois iniciou-se com o conceito no ano de 2005 (PAULINO et al., 2013). Neste tipo de dieta, os animais são geralmente alimentados com alto teor de concentrado para se obter maiores taxas de ganho de peso e melhorar a eficiência alimentar (PAULO e RIGO, 2012). A participação de alimentos concentrados nas formulações de dietas de bovinos ocorre devido à alta produção nacional de grãos e de resíduos e busca reduzir os custos com alimentação (PAULO e RIGO, 2012).

A combinação mais comumente utilizada é composta por 85% de milho grão inteiro e associado a 15% de um núcleo mineral proteico que contém minerais, vitaminas, aditivos alimentares e fontes proteicas (MANDARINO et al., 2013). De acordo com Gibb et al. (2009), os grãos são tipicamente a fonte mais barata de energia devido ao amido altamente digestível que fornecem, e desta maneira, estão incluídos em altos níveis em dietas, proporcionando bons resultados em dietas de

confinamento e semi-confinamento. Segundo Paulino et al. (2013), a concentração energética da dieta permite maior eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso, resultando na deposição no corpo na forma de proteína ou gordura. Souza (2006) relatou que o efeito químico da alta energia sobre os mecanismos que regulam o consumo alimentar dos bovinos faz com que reduza o consumo da matéria seca pelo animal. O consumo mais baixo, aliado ao alto desempenho em ganho de peso e rendimento de carcaça resulta em melhorias da conversão alimentar.

O fornecimento desta dieta pode ser feito nos últimos 30-40 dias da fase de terminação nos confinamentos (LANNA e ALMEIDA, 2005). Conforme Bolzan, Bonnecarrère e Sanchezii (2007), os grãos devem ser fornecidos inteiros, o que levará a uma máxima mastigação e ruminação, aumentando a digestão e o desenvolvimento do animal. Desta forma, Leme et al. (2003) afirmam que esse tipo de alimentação apresenta uma melhor resposta em animais jovens, pois estes tendem a mastigar de forma intensa o milho inteiro, aumentando o aproveitamento do amido presente no grão. Enquanto animais velhos, criados em sistemas a pasto por período mais prolongado, exercem menos essa parte crítica do processo de digestão dos alimentos e requerem tempo de mastigação suficiente para que ocorra formação de um bolo alimentar que seja adequado para a deglutição.

A dieta de alto grão hoje é uma escolha do produtor devido à maior facilidade no manejo com os animais (LANNA e ALMEIDA, 2005). Paulo e Rigo, (2012) afirmam que além do aumento do ganho de peso, rendimento e acabamento de carcaça por animal, há vantagens como diminuição do manejo, mínimo uso de mão de obra, menor investimento em maquinário, exclusão de área extensa para produção de volumoso. Piovesan e Gai (2016) acreditam que a dieta do alto grão acaba sendo melhor para o produtor pela lucratividade do produto. O bovino aceita mais fácil o alimento pela maior palatabilidade, ao mesmo tempo que a mão de obra é reduzida comparada à dieta padrão.

Apesar de inúmeras vantagens, quando usadas de maneira indiscriminada e sem prévia adaptação, tais dietas predispõem a distúrbios digestivos com consequências inaparentes, porém expressivas ao final de cada ciclo de confinamento (PAULO e RIGO, 2012). A dieta de alto grão aumenta o risco dos animais desenvolverem a acidose láctica ruminal, timpanismo, abscessos hepáticos e laminite (CERVIERI, CARVALHO e MARTINS, 2009).

Como prevenção de distúrbios metabólicos, é necessário um período de adaptação muito bem realizado e com constante monitoramento dos animais. Brown et al. (2000) observaram que os problemas apareceram quando a adaptação foi inferior a 14 dias. Isto ocorre por que os micro-organismos não estavam adaptados a grande quantidade de carboidratos não fibrosos e de fermentação rápida. De acordo com Turgeon et al. (2010), a adaptação da dieta deve seguir o seguinte protocolo: oferecer 1,3 a 1,5% do peso vivo (1º ao 5º dia); oferecer 1,5 a 1,7% do PV (6º ao 10º dia); oferecer 1,8 a 2,0% do PV (10º ao 14º dia). Após o 15º dia aumentar gradativamente, a cada três dias, conforme aceitação dos animais até chegar a 2,3% de peso vivo.

A oferta de “pellet” composto por fibras, minerais, vitaminas e tamponantes também é necessária para reduzir os distúrbios metabólicos. O tamanho físico do “pellet” deve conter as mesmas espessuras e dimensões de granulometria do grão de milho, para que o animal não selecione apenas um dos componentes ocasionando algum tipo de distúrbio (PAULO e RIGO, 2012). Além disso, é sempre recomendado utilizar teores de fibras na ração que permitam aos animais um consumo elevado de energia, sem grande depressão da digestibilidade ou desenvolvimento de problemas metabólicos. Desta forma, a forragem deve ser tipicamente incluída em baixos níveis (8 a 15% de MS) em dietas de terminação para manter a saúde ruminal e o desempenho animal (GALYEAN e RIVERA, 2003). Neste contexto, a aveia é um grão que pode ter lugar nas dietas de alto concentrado como suplemento para cereais com baixo teor de fibra e atuar como um alimento concentrado-volumoso (PEIXOTO et al., 1985).

3.4 O GRÃO DE AVEIA NA DIETA DE BOVINOS

A aveia é uma cultura utilizada com várias finalidades: cobertura verde de solo no inverno para pastejo direto dos animais em épocas de menor disponibilidade de pastagens; produção de feno e silagem para alimentação de bovinos; produção de grãos tanto para a alimentação humana quanto animal. No Brasil, são cultivadas duas espécies de aveia bem distintas: a aveia branca (*Avena sativa* L.) é utilizada para produção de forragem e grãos, enquanto a aveia preta (*A. strigosa* scherb) é tipicamente forrageira e utilizada para propiciar alimento aos animais no outono e inverno-primavera no Sul do Brasil (LÂNGARO e CARVALHO, 2014).

O grão da aveia é colhido com o intuito de armazenar as sementes para o próximo plantio, no entanto, secundariamente é utilizado na formulação de concentrados energéticos nas dietas principalmente de cavalos de corrida e, mais recentemente, para alimentação de gado de leite e terminação de gado de corte. O uso do grão de aveia nesta modalidade pode ocorrer de forma ocasional, quando os preços se encontram baixos e por isso favorável em comparação aos outros grãos utilizados na alimentação, ou tornar-se de uso frequente, quando há uma preferência particular por parte dos produtores (LÂNGARO e CARVALHO, 2014; CAMPOS e GONZALES, 2016).

Em geral, os produtores preferem utilizar o grão na forma inteira para a alimentação de bovinos, pela praticidade do fornecimento e ausência do custo da moagem (RESTLE et al., 2009). Segundo Morgan e Campling (1978), grãos de cereais inteiros são digestíveis dentro do rúmen, porém a utilização do amido dependerá da mastigação e ruminação do animal, uma vez que o pericarpo que envolve tais sementes é resistente a penetração e ao ataque microbiano. O estudo de Goi et al. (1998) mostraram que não houve diferença no ganho de peso quando se forneceram grãos de aveia inteiros e secos, inteiros e umedecidos ou moídos para animais jovens de aproximadamente 13 meses. Em contrapartida, Restle et al. (2009) avaliaram o efeito da moagem dos grãos sobre o desempenho de vacas de descarte na fase de terminação em confinamento e observaram um melhor aproveitamento dos grãos moídos no rúmen que refletiu diretamente no ganho de peso dos animais. Desta forma, animais velhos devem receber o grão processado devido aos problemas de dentição, enquanto para animais jovens pode ser fornecido na forma inteira e evitar o custo com processamento (MATHISON, 1996).

O grão de aveia possui baixa energia em comparação ao milho, cevada, sorgo ou trigo, e por isso não é a principal fonte de energia em rações de acabamento. Segundo Jhonson e Boyles (1991), rações contendo níveis muito altos de aveia não produzem ganhos comparáveis aos do milho ou da cevada. No entanto, o grão é utilizado na alimentação de bovinos devido ao seu alto teor fibra.

De acordo com Peixoto et al. (1985), a aveia é considerada um alimento mais volumoso em comparação aos demais grãos. O grão de aveia apresenta concentração de fibra entre 12 e 13%, enquanto os grãos de milho, sorgo, trigo e centeio possuem baixo conteúdo de fibra, que em geral não superam os 2,8% sobre a matéria seca (CAMPOS e GONZALES, 2016). O maior conteúdo de fibra se deve

ao fato da aveia ser debulhada com casca intacta. Esta envoltura do grão (pericarpo) representa cerca de 24-30% do peso do grão, e desta forma, em dietas de alto concentrado, pode ter lugar como suplemento para cereais com baixo teor de fibra e, além disso, apresentar o menor risco de ocasionar acidose láctica ruminal em condições de suplementação pouco controladas (CAMPOS e GONZALES, 2016).

Ainda assim, dietas com grão de aveia podem causar a morte por acidose láctica ruminal em animais jovens, principalmente se o consumo for excessivo e repentino (JHONSON e BOYLES, 1991). A aveia de boa qualidade pode ser usada em níveis de até um terço do consumo de concentrado em rações de tipo de acabamento, sem reduzir a taxa de ganho ou afetar acentuadamente a eficiência alimentar. Além disso, reconhece-se que animais que estão se adaptando ao consumo de grãos, a aveia pode constituir 50 a 70% da mistura de grãos devido ao seu alto teor de casca e fibra. Após a adaptação, este nível pode ser reduzido para 20-30% da dieta, à medida que se introduz outros grãos de alta energia (JHONSON e BOYLES, 1991). No entanto, pouco se sabe sobre qual o nível ideal do grão de aveia sem que se desenvolvam distúrbios metabólicos.

3.5 ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL

Acidose láctica ruminal é um distúrbio digestivo economicamente importante em bovinos leiteiros e confinados, pois estes animais normalmente ingerem grãos que são altamente fermentáveis (AFONSO e MENDONÇA, 2007). Em bovinos de corte, a maior incidência e gravidade da acidose láctica ruminal foram observadas no final da fase de terminação (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007). A transição de dietas nesta fase é sugerida como um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de enfermidade. Isto se deve a inadequada adaptação às dietas em confinamentos, descuido no manejo, assim como os altos riscos de erros na preparação, formulação e mistura da ração (KLEEN et al., 2003; CASTILHO-LOPEZ et al., 2014).

Inicialmente, os micro-organismos ruminais Gram-positivos, como o *Streptococcus bovis*, degradam o concentrado fornecido pela dieta, produzindo o ácido láctico D(-) e L(+) no rúmen. A diferença entre as duas formas é a metabolização e eliminação. O isômero D não é rapidamente utilizado pelo fígado como o isômero L, e desta maneira, acumula-se no rúmen provocando a queda do

pH ruminal. A microbiota ruminal se degrada devido ao pH ácido, enquanto *Lactobacillus* spp. se proliferam e produzem maiores quantidades de ácido láctico (DIRKSEN, 1993; HERNÁNDEZ et al., 2007).

Segundo Nagaraja e Lechtenberg (2007), a produção excessiva de ácidos no interior do rúmen se acumula principalmente nas regiões ventrais do órgão, onde ocorre a lesão corrosiva em sua parede. A lesão da mucosa ruminal permite a invasão dos vasos ruminais por fungos e bactérias, resultando em ruminite micótica e bacteriana. Além disso, esta lesão permite a entrada de bactérias na corrente sanguínea, as quais podem colonizar o fígado e causar abscessos, além de atingir outros órgãos e desenvolver pneumonia, pielonefrite e endocardite.

O pH fisiológico do fluido ruminal oscila entre 5,5 e 7,4 (DIRKSEN, 1993). Quando ocorre pouco acúmulo de ácido láctico no rúmen, o pH ruminal reduz e permanece na faixa de 5,2 a 5,5, por um período elevado, que resulta em uma acidose ruminal subaguda com diminuição da digestibilidade de fibra e problemas relacionados ao aspecto produtivo dos animais (KLEEN et al., 2003). Ao ocorrer uma ingestão excessiva de carboidratos rapidamente fermentáveis, principalmente por animais não adaptados, ocorrerá uma rápida e elevada produção de ácidos graxos voláteis que alteram o perfil da microbiota ruminal, reduz o pH a 4,5-5,0 e desencadeia uma acidose láctica ruminal aguda e grave (AFONSO e MENDONÇA, 2007; HERNÁNDEZ et al., 2007).

Acidose subaguda é mais difícil de reconhecer enquanto a aguda se manifesta como uma doença acentuada. A acidose láctica ruminal subaguda apresenta sinais clínicos discretos, tornando difícil sua detecção e fazendo com que o diagnóstico dependa da percepção dos sinais clínicos secundários dentro do rebanho (RODRIGUES et al., 2013). Na acidose aguda, os animais apresentarão sinais clínicos com grande risco de morte por complicações graves, como alterações metabólicas, desidratação, infecção fúngica, sequelas neurológicas e úlceras de abomaso (REBHUN, 2000; CASTILLO-LOPEZ et al., 2014).

A presença de acidose láctica ruminal gera uma variedade de mudanças no rúmen (BROWN et al., 2000). O diagnóstico *in vivo* pode ser realizado por meio de da análise do fluido ruminal. O fluido de um animal sadio possui coloração verde-acastanhada, cinza ou castanha, consistência levemente viscosa e odor aromático. Em animais com acidose láctica ruminal, o fluido ruminal passa para uma coloração cinza leitosa, consistência leitosa e odor ácido. O pH pode naturalmente alterar-se

com o tempo após a alimentação e a composição do alimento, contudo, o pH no líquido ruminal em animais com acidose láctica ruminal estará abaixo de 5,5. Os protozoários presentes no fluido ruminal são indicadores sensíveis da normalidade do conteúdo ruminal e boa funcionalidade digestiva do rúmen. Em animais com acidose, os protozoários estarão com esta atividade diminuída, ocorrendo a morte inicial dos protozoários grandes, seguidos dos médios e pequenos. Para avaliação da atividade da microbiota ruminal, a prova do tempo de sedimentação e flotação é normalmente utilizada. A sedimentação e flotação ocorrem normalmente em quatro a oito minutos em casos de boa atividade microbiana e digestão pró-ventricular normal. Além disso, outra forma de avaliação da microbiota ruminal é a utilização da prova de redução do azul de metileno, que determina o tempo necessário que as bactérias presentes no líquido ruminal conseguem reduzir este componente, o que normalmente se dá entre três a seis minutos. Isto se dá, pois as bactérias presentes no fluido ruminal possuem capacidade de redução-oxidação. Em animais com acidose láctica ruminal, o tempo de sedimentação e flotação e o tempo de redução do azul de metileno estarão alterados (DIRKSEN, 1993; AFONSO e MENDONÇA, 2007).

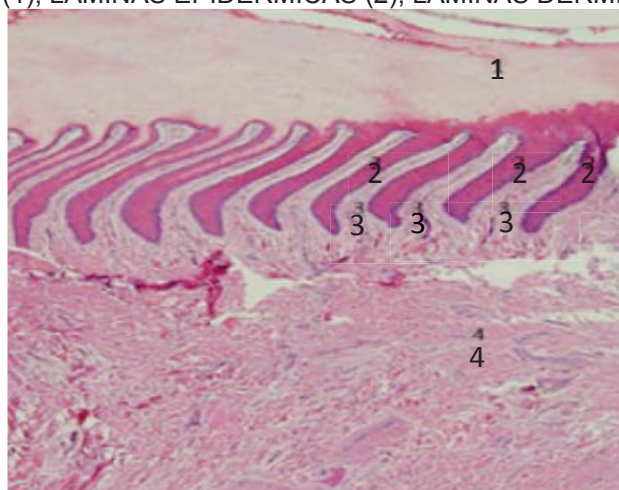
De acordo com Steele (2011), durante a acidose láctica ruminal, a integridade estrutural do epitélio ruminal é comprometida devido ao acúmulo do ácido láctico que causa inflamação e necrose da mucosa. Além disso, as endotoxinas bacterianas e aumento da pressão osmótica no rúmen também desencadearão danos ao epitélio ruminal (HERNÁNDEZ et al., 2007). Desta forma, a identificação de lesões macroscópicas no rúmen auxilia no diagnóstico (REZAC et al., 2014). A avaliação macroscópica da mucosa ruminal comumente revela alterações como ruminite e hiperqueratose ruminal. Em uma ruminite não complicada, a mucosa ruminal esfacela-se e cicatriza com uma marca local (STEELE, 2011). De acordo com Afonso e Mendonça (2007), o saco ventral do rúmen, o retículo e o omaso de animais com acidose láctica ruminal podem apresentar-se com pequenas manchas azuladas e pouco definidas. Nos casos agudos, o epitélio pode encontrar-se amolecido e facilmente se destaca, deixando abaixo uma superfície escura e hemorrágica. Nos casos em que a enfermidade persistiu por três a quatro dias, as paredes do rúmen e retículo podem estar gangrenosas (REBHUN, 2000).

De acordo com Tahas et al. (2018), uma análise histológica da mucosa ruminal é mais apropriada para avaliar a saúde ruminal quando comparada ao pH ruminal. Em animais alimentados principalmente com grãos, pode haver alteração da morfologia das papilas ruminais e presença de epitélio acantótico, hiperqueratótico ou paraqueratótico com hiperpigmentação (CERNIK et al., 2011). Segundo o estudo de Cernik et al., (2011) o exame histopatológico do tecido ruminal de touros de engorda com acidose láctica ruminal constatou papilas ruminais longas e estreitas, dilatação e hiperemia dos capilares do mucosa e submucosa e edema de submucosa. O exame histopatológico do rúmen de vacas leiteiras que eram alimentadas com dieta 100% forrageira e passaram a ser alimentadas com uma dieta rica em grãos (65%) revelou uma redução nas camadas basal, espinhosa e granulosa, bem como profundidade do epitélio (STEELE, 2010).

3.6 LAMINITE

O tecido laminar (Figura 2) do casco de bovinos é composto pela epiderme e derme. A epiderme se apresenta disposta na forma de lâminas epidérmicas paralelamente ordenadas, que se aderem ao estrato córneo do casco e intercalam-se com projeções da derme, denominadas lâminas dérmicas. Abaixo das lâminas encontra-se a derme, constituída de fibras colágenas e elásticas, vasos sanguíneos e nervos, e realiza a sustentação deste tecido por estar aderida à falange distal (VAN AMSTEL e SHEARER, 2006; OSÓRIO et al., 2012).

FIGURA 2 - HISTOLOGIA DO TECIDO LAMINAR DO CASCO BOVINO. O TECIDO É FEITO DE ESTRATO CÓRNEO (1), LÂMINAS EPIDÉRMICAS (2), LÂMINAS DÉRMICAS (3) E DERME (4).



FONTE: Osório et al. (2012).

A inflamação das lâminas da parede do casco é definida como laminite ou pododermatite asséptica difusa (GREENOUGH, 2007). A lesão básica da laminite é a degeneração laminar seguida da separação das lâminas da falange distal. A degeneração pode ser decorrente de uma isquemia que prejudica a nutrição das células dermais e epidermais, promovendo morte celular e subsequente inflamação. No entanto, a sua causa é discutível assim como a compreensão da etiologia e fisiopatologia da laminite é incompleta (THOEFNER et al., 2005).

Acredita-se que dieta com alta concentração de carboidratos fermentáveis permite a absorção de substâncias vasoativas pela corrente circulatória, como histamina, endotoxinas e lactato, causando alterações vasculares na parte distal dos membros e o desenvolvimento de laminite. Desta forma, a laminite é uma doença endêmica em alguns rebanhos de animais de engorda e o seu desenvolvimento está associado à acidose láctica ruminal (REBHUN et al., 2000; GREENOUGH, 2007).

Segundo Greenough (2007), distúrbios na microcirculação do dígito ocasionarão isquemia por vasoconstrição, formação de trombos, aumento de pressão capilar e lesão endotelial. Posteriormente, poderá haver edema e extravasamento de células sanguíneas pelo tecido, resultando em aumento de pressão no interior do estojo córneo, prejuízo na oxigenação da derme e da epiderme do tecido saudável. A progressão desse quadro leva à necrose da derme, membrana basal e epiderme, com perda da funcionalidade da junção derme/epiderme e gradual separação entre a falange distal e estojo córneo (LISCHER et al., 2002). A falta dos substratos adequados reduz o aporte de nutrientes e leva à formação de tecido córneo de qualidade inferior, sendo um fator desencadeante de várias outras lesões no casco causado por um estrato córneo macio e de baixa qualidade (GREENOUGH, 2007).

Nos casos agudos de laminite, os animais apresentarão sinais clínicos como cascos quentes e com sinal visível de inflamação acima deles, claudicação, dor extrema, andadura rígida ou relutância ao movimento e arqueamento do dorso. Nos bovinos cronicamente afetados, há alterações na forma e tamanho dos cascos, apresentando principalmente supercrescimento de casco, anéis de crescimento dos cascos e hemorragias e úlceras de sola (GREENOUGH, 2007). O rápido crescimento do casco ocasiona a separação da linha branca e predisposição à

abscessos subsolares e desenvolvimento da doença da linha branca (REBHUN et al., 2000).

Mesmo em animais que não apresentam manifestação clínica de laminite pode haver alterações microscópicas no tecido laminar (TARLTON et al., 2002; THOEFNER et al., 2005; MENDES et al., 2013). Segundo Boosman, Koeman e Nap (1989), as alterações microscópicas no tecido laminar e derme do casco de bovinos são diversas e complexas. Podem ser encontradas alterações vasculares e as modificações nas células basais da lâmina epidermal, levando a alterações na estrutura laminar. Lesões como hiperplasia do epitélio das lâminas epidermais, arteriosclerose, formação de trombos em pequenas arteríolas configura um diagnóstico de laminite crônica em bovinos de corte com supercrescimento solear (SINGH, MURRAY e WARD, 1992). Além disso, pode ocorrer alterações vasculares como dilatação dos capilares e vênulas e proliferação da túnica íntima, hipertrofia da túnica média e fibrose em artérias e arteríolas, além de trombos hialinizados em conexão com muitos novos capilares, chamados de neo-capilares (ANDERSSON e BERGMAN, 1980).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental “Fazenda Modelo” do Instituto Agronômico do Paraná (EEFM/IAPAR), localizada em Ponta Grossa, Paraná e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, sob o nº 05/2012.

4.1 ANIMAIS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foram utilizados 35 novilhos inteiros da raça Purunã, com idade média inicial de dez meses e peso médio inicial de $241 \pm 5,51$ kg. Todos os animais eram provenientes do rebanho experimental da EEFM/IAPAR e foram criados no mesmo manejo e alimentação.

Antes do início do experimento os animais foram vermifugados por via subcutânea com uma associação de levamisol (Ripercol® - Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda.; Brasil) na dose de 4,5 mg/kg e albendazol (Ricobendazole® - Ouro Fino Saúde Animal Ltda.; Cravinhos – SP, Brasil) na dose de 3,4 mg/kg. Além disso, foram submetidos a um banho carrapaticida com clorpirifós, cipermetrina e fenthion (Colosso F30® Ouro Fino Saúde Animal Ltda.; Cravinhos – SP, Brasil) na diluição de 25 mL para cada 20 litros de água.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo divididos em cinco grupos (sete animais/grupo). Os tratamentos experimentais consistiam em cinco dietas formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007). Todos os cinco grupos receberam 50% de concentrado, que continha os ingredientes: milho moído (68,5% da MS), farelo de soja (28,0% da MS), sal mineral (2,0% da MS) e calcário (1,5% da MS). O restante da dieta era composto por teores de grão de aveia branca integral que foram substituindo a silagem de milho como fonte de fibra, até consistir em dieta de alto grão. Os grupos foram assim identificados: Grupo 0A = 50% concentrado + 50% silagem de milho (controle); Grupo 25A = 50% concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% grão de aveia; Grupo 50A = 50% concentrado + 25% de silagem de milho + 25% grão de aveia; Grupo 75A = 50% concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; Grupo 100A = 50% concentrado + 50% aveia branca.

Os animais foram mantidos em baias de confinamento. Os alimentos concentrados eram pesados diariamente em balança eletrônica Balmak ELC- 15, e os volumosos em balança eletrônica Triunfo PLT – 15/30. Os alimentos foram ofertados em cochos separados duas vezes ao dia, com aproximadamente 60% da quantidade diária fornecida pela manhã (9 horas), e 40% no período da tarde (14 horas). Os animais tiveram livre acesso à água e foram mantidos em instalações homogêneas para que fatores externos de variação fossem controlados. As instalações eram providas de baias individuais cobertas (1,8 m de largura x 4,4 m de comprimento) e com piso de concreto. A limpeza das baias foi realizada manualmente três vezes por semana.

Nos primeiros 32 dias houve um período de adaptação às dietas: durante a primeira semana, todos os animais receberam a dieta 0A. Na segunda semana os animais dos tratamentos 25A, 50A, 75A e 100A receberam a dieta 25A. Na terceira semana, os grupos 50A, 75A e 100A receberam a dieta 50A. Na quarta semana, os grupos 75A e 100A receberam a dieta 75A. Na quinta semana, todos os grupos passaram a ser alimentados com as dietas experimentais pré-determinada.

Após o período de adaptação, os animais foram mantidos sob o mesmo manejo e alimentação até serem abatidos em dois momentos: 154° e 168° dia do período experimental. O abate ocorreu em abatedouro comercial, por insensibilização por concussão cerebral com uso de pistola de dardo cativo penetrante, seguida de secção da veia jugular, conforme Resolução 714 de 2002, do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV).

4.2 AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO

4.2.1 Análise do fluido ruminal

Amostras do fluido ruminal foram colhidas no dia 129° do período experimental. Aproximadamente quatro horas após o fornecimento da ração, cerca de 300 mL de fluido ruminal foram coletados via sonda esofágica de Schambye com auxílio de uma bomba de sucção Gold Sun 0411 (2VC, 27”Hg, 20/25 PSI, 37 lpm, HP 1/4, 1725 RPM) interligada a um balão kitasato.

O fluido ruminal foi analisado no local segundo Dirksen (1993). Após a aferição pH em potenciômetro digital (pH Meter Pen PH-107), o fluido foi filtrado

em tecido de náilon e dividido em alíquota de 20 mL para análise de sedimentação e flotação, 20 mL para prova de redução azul de metileno (0,03%) e 1 mL para análise de motilidade e densidade dos protozoários em microscópio óptico na objetiva de 10x.

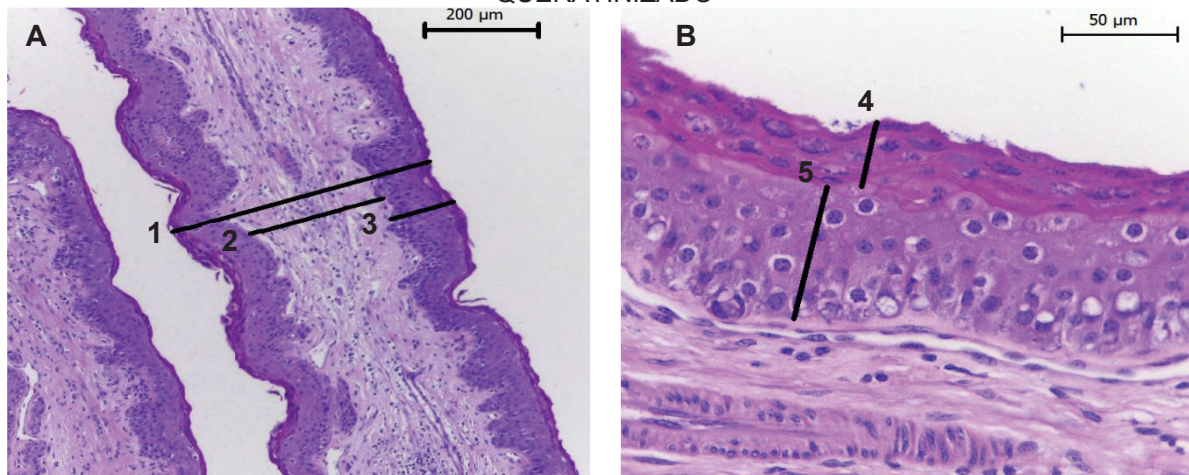
4.2.2 Avaliação anatomopatológica do rúmen

Após o abate dos animais, fragmentos ($\pm 8 \times 8$ cm) foram coletados na região ventral do rúmen e fixados em formol tamponado a 10%. Dez papilas ruminais por animal foram retiradas aleatoriamente do fragmento em formol e submetidas à análise morfométrica. Nesta análise, foram medidas a altura (mm) e largura (mm) com o paquímetro digital Stainless Hardned 150 mm (6") (COD GT280), permitindo o cálculo da área total das papilas (Área = altura x largura das papilas).

Para análise histológica, os fragmentos de tecido ruminal foram recortados em uma espessura de 2 cm de largura x 2 cm comprimento x 0,5 cm de espessura, processados rotineiramente para histologia, embebidos em parafina, seccionados com 3 micrômetros de espessura e corados por Hematoxilina e Eosina (HE). As lâminas foram avaliadas em microscópio óptico por quatro avaliadores.

Em cada corte histológico foram avaliadas três papilas/animal (Knott et al. 2004). Foram medidas cinco variáveis (Figura 3) de acordo com Diaz et al. (2018), utilizando o software Leica Application Suite (LAS EZ versão 3.0.0). Nas objetivas de 10x foram medidas a largura da papila (distância em toda a extensão da base papilar) e largura da lâmina própria (a distância entre a borda externa da lâmina própria), permitindo o cálculo da largura do total do epitélio (largura total do epitélio = largura da papila – largura da lâmina própria). Na objetiva de 40x, foram medidas a espessura do estrato queratinizado (córneo e granuloso) e a espessura do estrato não queratinizado (espinhoso e basal). A largura do estrato granuloso era indiscernível do estrato córneo devido à presença de células com muitos resquícios nucleares e coloração homogênea, no entanto, era distinguível do estrato espinhoso porque os longos eixos dessas células permaneciam perpendiculares aos do estrato espinhoso e basal. Além disso, foi avaliada a presença de vacuolização das células do estrato espinhoso e basal, sendo classificado em ausente, leve, moderada e acentuada.

FIGURA 3 - VARIÁVEIS ANALISADAS NA HISTOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE BOVINOS, CORADAS PELO MÉTODO HEMATOXILINA-EOSINA, USANDO A OBJETIVA 10X (A) E 40X (B). 1) LARGURA DA PAPILA. 2) LARGURA DA LÂMINA PRÓPRIA. 3) LARGURA TOTAL DO EPITÉLIO. 4) ESPESSURA DO EPITÉLIO QUERATINIZADO. 5) ESPESSURA DO EPITÉLIO NÃO QUERATINIZADO



. FONTE: O autor (2020).

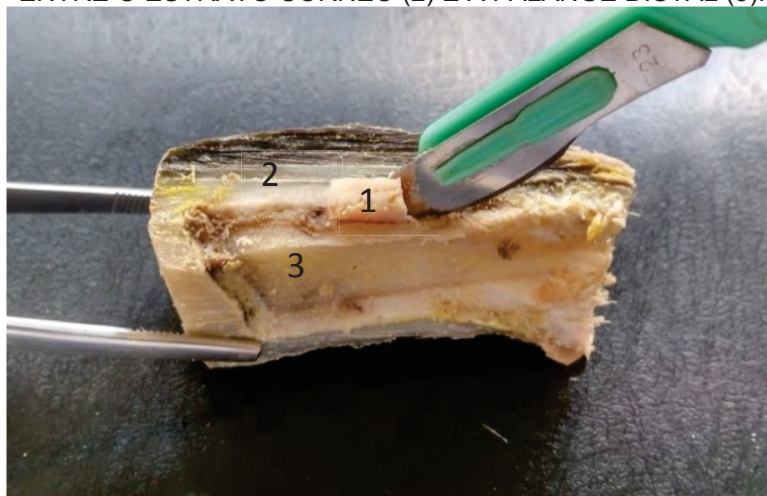
4.2.3 Avaliação anatomopatológica do tecido laminar

Após o abate dos animais, fragmentos do casco do membro pélvico direito foram coletados com auxílio de uma serra manual. Um corte longitudinal foi realizado na muralha axial dos cascos dos dígitos lateral e medial do membro pélvico direito. Os tecidos foram armazenados em formol tamponado a 10%.

O tecido laminar do casco dos dígitos mediais e laterais foi dissecado entre o tecido córneo e a falange distal com auxílio de bisturi e pinça, em uma espessura de aproximadamente 0,5 cm, conforme demonstrado na figura 4. Foram processados rotineiramente para histologia, embebidos em parafina, cortados com 3 micrometros de espessura e corados por Hematoxilina e Eosina (HE). A avaliação foi realizada em microscópio óptico por dois observadores. Foram avaliados uma amostra do dígito medial e uma amostra do dígito lateral dos 35 animais, totalizando 70 amostras de tecido laminar.

As variáveis analisadas no estudo histopatológico da derme e epiderme do tecido laminar estão dispostas nos Quadros 2 e 3.

FIGURA 4 - EXTRAÇÃO DO TECIDO LAMINAR (1) DO CASCO BOVINO, LOCALIZADO ENTRE O ESTRATO CÓRNEO (2) E A FALANGE DISTAL (3).



FONTE: O autor (2020).

QUADRO 2 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NA HISTOPATOLOGIA DA REGIÃO DA DERME DO TECIDO LAMINAR DO CASCO BOVINO.

Variáveis	Descrição
Leucócitos (vasos)	Visualização de leucócitos dentro de vasos sanguíneos. Classificação em ausente, leve, moderada e acentuada.
Leucócitos (tecidos)	Visualização de leucócitos fora dos vasos sanguíneos. Classificação em ausente, leve, moderada e acentuada.
Hemorragia	Visualização de hemácias fora dos vasos sanguíneos. Classificação em ausente, leve, moderada e acentuada.
Congestão	Aumento de hemácias dentro dos vasos sanguíneos. Classificação em ausente, leve, moderada e acentuada.
Edema	Componentes teciduais da derme afastados, com uma aparência menos distinta, julgando não ser artefato. Classificação em ausente, leve, moderada e acentuada.
Neo-capilar	Formação neo-capilar com áreas vasculares estendidas com muitos pequenos vasos sanguíneos. Classificação em ausente ou presente.

FONTE: Adaptado de Thoenner et al. (2005); Boosman, Koeman e Nap (1989).

QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NA HISTOPATOLOGIA DAS LÂMINAS EPIDERMIS DO TECIDO LAMINAR DO CASCO BOVINO.

Variáveis	Descrição
Núcleo das células basais	Avaliação do formato do núcleo das células basais. Classificação em predomínio de núcleo oval perpendicular à membrana basal; presença de cerca de 50% dos núcleos ovais perpendiculares à membrana basal e 50% dos núcleos redondos; predomínio de núcleos redondos; predomínio de núcleos alongados ou ausência de núcleos.
Encurtamento das lâminas epidermais	Lâminas epidermais retraídas. Classificação em ausente, leve, moderada e acentuada.
Afilamento das lâminas epidermais	Lâminas com pontas afiladas. Classificação em ausente (largura maior que duas células basais) ou presente (largura de uma a duas células basais).
Camadas das células suprabasais	Número de camadas celulares suprabasais. Classificação em normal (uma ou duas camadas) ou aumentado (três ou mais camadas).
Densidade da cromatina das células basais	Avaliação da densidade dos núcleos das células basais. Classificação em heterocromatina (julgado normal, coloração condensada e intensamente basofílica) ou eucromatina (coloração clara).
Irregularidade da membrana basal	Presença de irregularidade da membrana basal. Classificação em ausente e presente.
Brotamento de lâminas epidermais	Presença de brotamento (duplicação) das pontas das lâminas epidermais.

FONTE: Adaptado de Thoenner et al. (2005); Mendes et al. (2013).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O programa *SigmaStat for Windows* 3.1 foi empregado para a realização da análise estatística. Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para avaliação da normalidade dos dados. Análise de variância (ANOVA) foi utilizada para verificar se existiam diferenças significativas entre as médias das variáveis quantitativas de pH ruminal, prova de redução do azul de metileno e variáveis da avaliação anatomopatológica do rúmen. Para a análise das variáveis qualitativas, como protozoários, prova de sedimentação e flotação e escores do estudo histopatológico, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar a diferença entre os grupos. A comparação entre os dígitos mediais e laterais do membro pélvico direito foi realizada pelo Teste t, quando houve presença de normalidade, ou Teste de Mann Whitney quando houve anormalidade dos dados. Todos os resultados estatísticos foram considerados significativos quando $P < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DO FLUIDO RUMINAL

Os valores do pH ruminal (Tabela 1) de todos os grupos mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie, porém diminuiu linearmente de acordo com a introdução de aveia branca em substituição à silagem de milho na dieta (Figura 5). A média do pH do grupo 0A foi $7,3 \pm 0,48$, enquanto o grupo 100A obteve o valor de $6,7 \pm 0,32$, com significativa diferença entre estes dois grupos ($P=0,024$). Todos os animais apresentaram o tempo de redução do azul de metileno em segundos (Tabela 1).

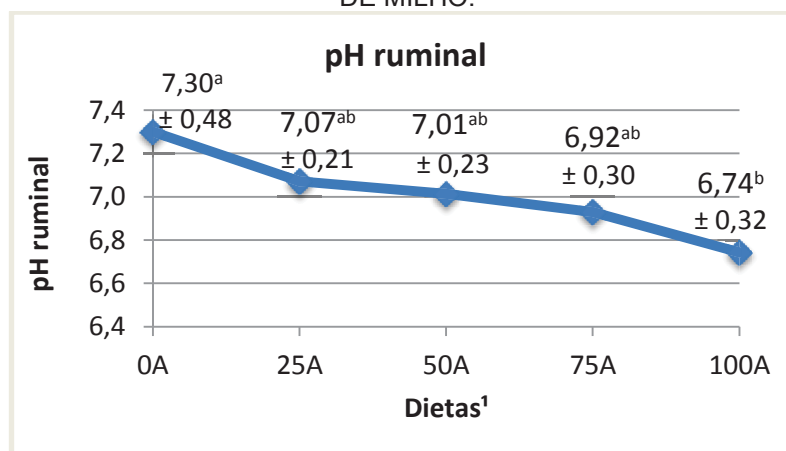
TABELA 1 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO PH E PROVA DE REDUÇÃO DO AZUL DE METILENO DO FLUIDO RUMINAL DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.

Variável	Dietas ¹				
	0A	25A	50A	75A	100A
pH ruminal	$7,30^a \pm 0,48$	$7,07^{ab} \pm 0,21$	$7,01^{ab} \pm 0,23$	$6,93^{ab} \pm 0,30$	$6,74^b \pm 0,32$
TRAM ² (segundos)	$0,41^a \pm 0,33$	$0,40^a \pm 0,24$	$0,35^a \pm 0,23$	$0,45^a \pm 0,34$	$0,16^a \pm 0,05$

Fonte: o autor (2020).

Nota: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca. ²TRAM = Tempo de redução do azul de metileno em segundos. ^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$).

FIGURA 5 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO PH RUMINAL DE 35 BOVINOS CONFINADOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.



FONTE: O autor (2020). Nota: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca. ^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$).

Em relação aos protozoários (Tabela 2), a maioria dos animais de todos os grupos apresentavam o número de protozoários dentro na normalidade (moderado a abundante) de acordo com Dirksen (1993) e não houve diferença estatística entre os grupos ($P > 0,05$).

Conforme observado na Tabela 2, os valores do tempo de sedimentação e flotação (TAS/FLOT) mantiveram-se dentro da faixa de normalidade (4-8 minutos) na maioria dos animais de todos os grupos: 0A (44%), 25A (57%), 50A (86%), 75A (43%) e 100A (71%). O estudo estatístico mostrou que não houve diferença significativa entre os grupos ($P > 0,05$).

TABELA 2 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DE PROTOZOÁRIOS E TEMPO DE SEDIMENTAÇÃO (TAS) E FLOTAÇÃO (FLOT) DO FLUIDO RUMINAL DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.

Variáveis	Dietas ¹					
	0A	25A	50A	75A	100A	Total
Protozoários						
Ausente	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)
Pouco	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	2 (29%)	4 (14%)
Moderado	2 (29%)	2 (29%)	4 (57%)	1 (14%)	3 (43%)	12 (32%)
Abundante	4 (57%)	5 (71%)	2 (29%)	5 (71%)	2 (29%)	18 (52%)
TAS/FLOT²						
0 a 4 minutos	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	3 (9%)
4 a 8 minutos	3 (43%)	4 (57%)	6 (86%)	3 (43%)	5 (71%)	21 (60%)
8 a 10 minutos	2 (29%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	5 (14%)
Sem sedimentação	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	2 (29%)	2 (29%)	6 (17%)

FONTE: O autor (2020).

NOTA: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca.

² TAS/FLOT = Tempo de sedimentação e flotação

5.2 AVALIAÇÃO ANATOMOPATOLÓGICA DO RÚMEN

Os resultados da altura, largura e área das papilas ruminais encontram-se na Tabela 3. A introdução da aveia branca integral na dieta dos animais não afetou a morfometria (altura, largura e área) das papilas ruminais ($P>0,05$).

TABELA 3 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA MORFOMETRIA (ALTURA, LARGURA E ÁREA) DE PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.

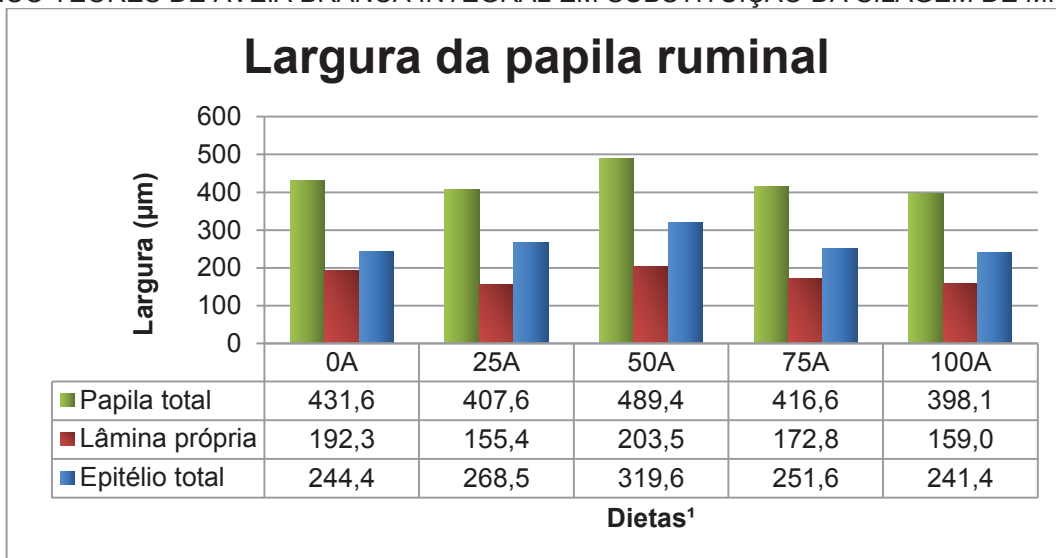
Variável	Dietas ¹				
	0A	25A	50A	75A	100A
Altura (mm)	9,91 ± 1,22	10,44 ± 1,63	8,32 ± 1,46	8,31 ± 2,01	8,84 ± 1,17
Largura (mm)	2,25 ± 0,44	2,10 ± 0,21	2,27 ± 0,47	2,31 ± 0,74	2,18 ± 0,78
Área (mm²)	23,10 ± 5,82	22,50 ± 4,33	19,60 ± 4,28	20,55 ± 11,22	20,11 ± 6,69

FONTE: O autor (2020).

NOTA: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca.

Os valores das cinco medidas obtidos na análise histológica estão ilustrados nas Figuras 6 e 7. A análise estatística revelou que o grão de aveia branca na dieta dos animais não afetou a largura total da papila, largura da lamina própria, largura do epitélio total, espessura do epitélio queratinizado e não queratinizado ($P>0,05$).

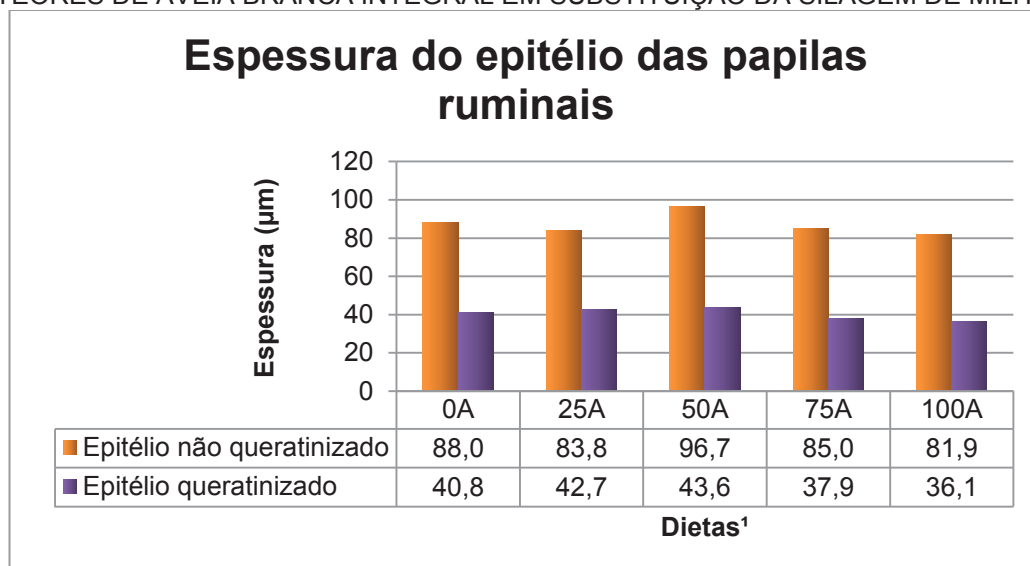
FIGURA 6 - MÉDIA DA LARGURA TOTAL DA PAPILA, LÂMINA PRÓPRIA E EPITÉLIO TOTAL OBTIDOS NA HISTOPATOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.



FONTE: O autor (2020).

Nota: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca.

FIGURA 7 - MÉDIA DA ESPESSURA DO EPITÉLIO QUERATINIZADO E NÃO QUERATINIZADO OBTIDO NA HISTOPATOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.



FONTE: O autor (2020).

NOTA: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50a = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca.

Houve vacuolização das células do estrato espinhoso e basal de forma leve a moderada em todos os tratamentos (Tabela 4), no entanto, não foi causada pela introdução da aveia branca integral na dieta dos animais ($P>0,05$).

TABELA 4 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DE VACUOLIZAÇÃO DAS CÉLULAS DO ESTRATO ESPINHOSO E BASAL AVALIADOS NA HISTOPATOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE 35 BOVINOS SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.

Variáveis	Dietas ¹					
	0A	25A	50A	75A	100A	Total
Vacuolização						
Ausente	4 (57%)	3 (43%)	3 (43%)	2 (29%)	1 (14%)	13 (37%)
Leve	2 (29%)	2 (29%)	4 (57%)	2 (29%)	2 (29%)	12 (34%)
Moderado	1 (14%)	2 (29%)	0 (0%)	2 (29%)	4 (57%)	9 (26%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (13%)	0 (0%)	1 (3%)

FONTE: O autor (2020).

NOTA: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca.

5.3 AVALIAÇÃO ANATOMOPATOLÓGICA DO TECIDO LAMINAR

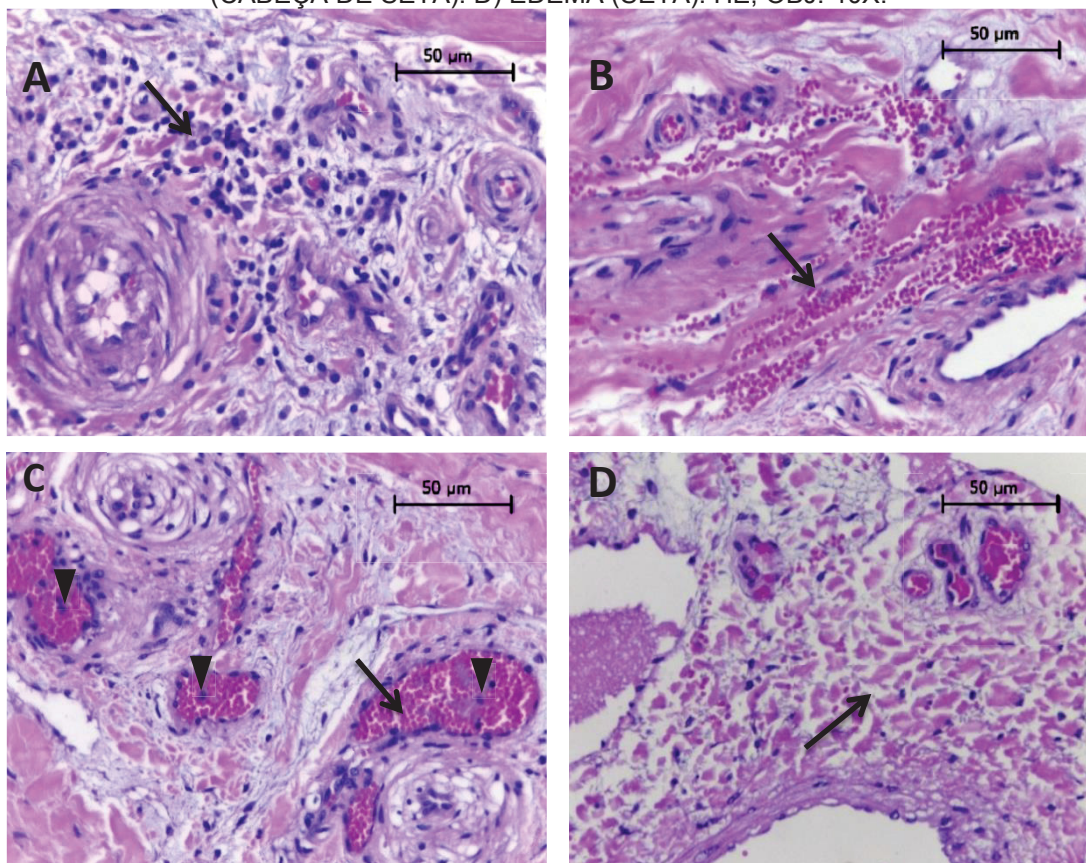
Nos achados histopatológicos de cascos sem lesões compatíveis com laminite, a derme possuía nervos e vasos sanguíneos sem alterações, estando livre de células inflamatórias, hemorragia, congestão e edema. Na epiderme sem alterações, as pontas das lâminas epidérmicas apresentavam-se em formato arredondado e firmemente aderidas ao tecido adjacente e à membrana basal. As células basais das lâminas epidérmicas eram cilíndricas, orientadas perpendicularmente à membrana basal e apresentavam núcleo basofílico (heterocromatina) e formato oval. Havia uma a duas camadas de células suprabasais com formato alongado e orientadas paralelas à direção das lâminas epidérmicas. As pontas das lâminas epidérmicas não eram afiladas, consistindo-se de largura maior que duas camadas de células basais.

No entanto, houve alterações histopatológicas compatíveis com laminite mesmo os cascos não apresentando lesões macroscópicas. Na avaliação da derme foram encontrados leucócitos dentro e fora de vasos sanguíneos, hemorragia, congestão e edema (Figura 8). Nas lâminas epidérmicas, as principais alterações ocorreram no formato dos núcleos das células basais (Figura 9). Além disso, havia

encurtamento, afilamento e brotamento das lâminas, irregularidade de membrana basal, alterações na densidade da cromatina das células basais e aumento das camadas das células suprabasais (Figura 10).

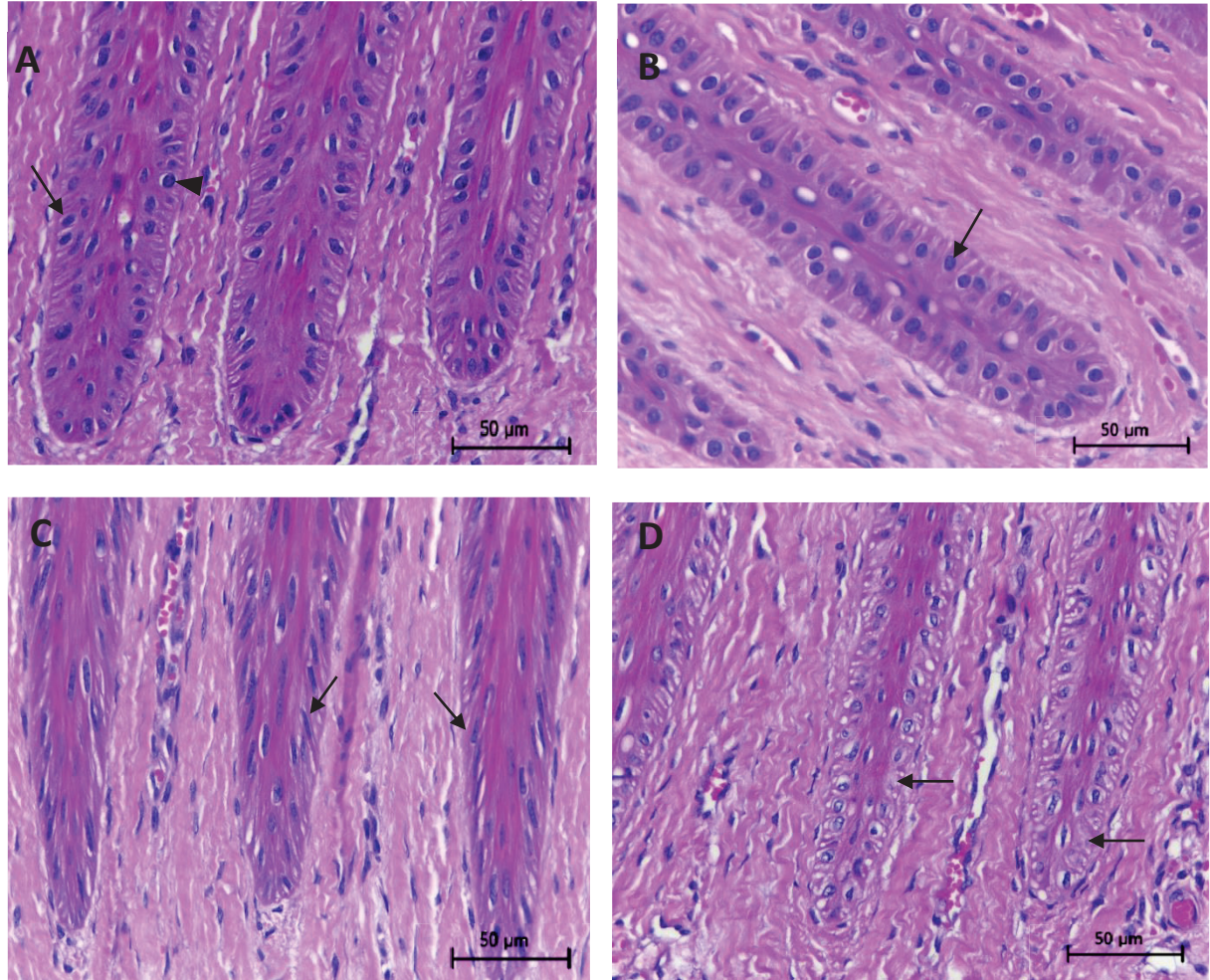
No entanto, todos estes achados histopatológicos não foram influenciados pela introdução de teores de aveia branca integral em substituição da silagem de milho na dieta de bovinos confinados ($P>0,05$). Além disso, a comparação de lesões entre os dígitos medial e lateral do membro pélvico não mostrou diferença e um maior envolvimento entre os dígitos ($P>0,05$).

FIGURA 8 - ALTERAÇÕES MICROSCÓPICAS OBSERVADAS DA DERME DO TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINO. A) CÉLULAS INFLAMATÓRIAS EXTRAVASCULAR (SETA). B) HEMORRAGIA (SETA). C) CONGESTÃO (SETA) E CÉLULAS INFLAMATÓRIAS INTRAVASCULAR (CABEÇA DE SETA). D) EDEMA (SETA). HE, OBJ. 40X.



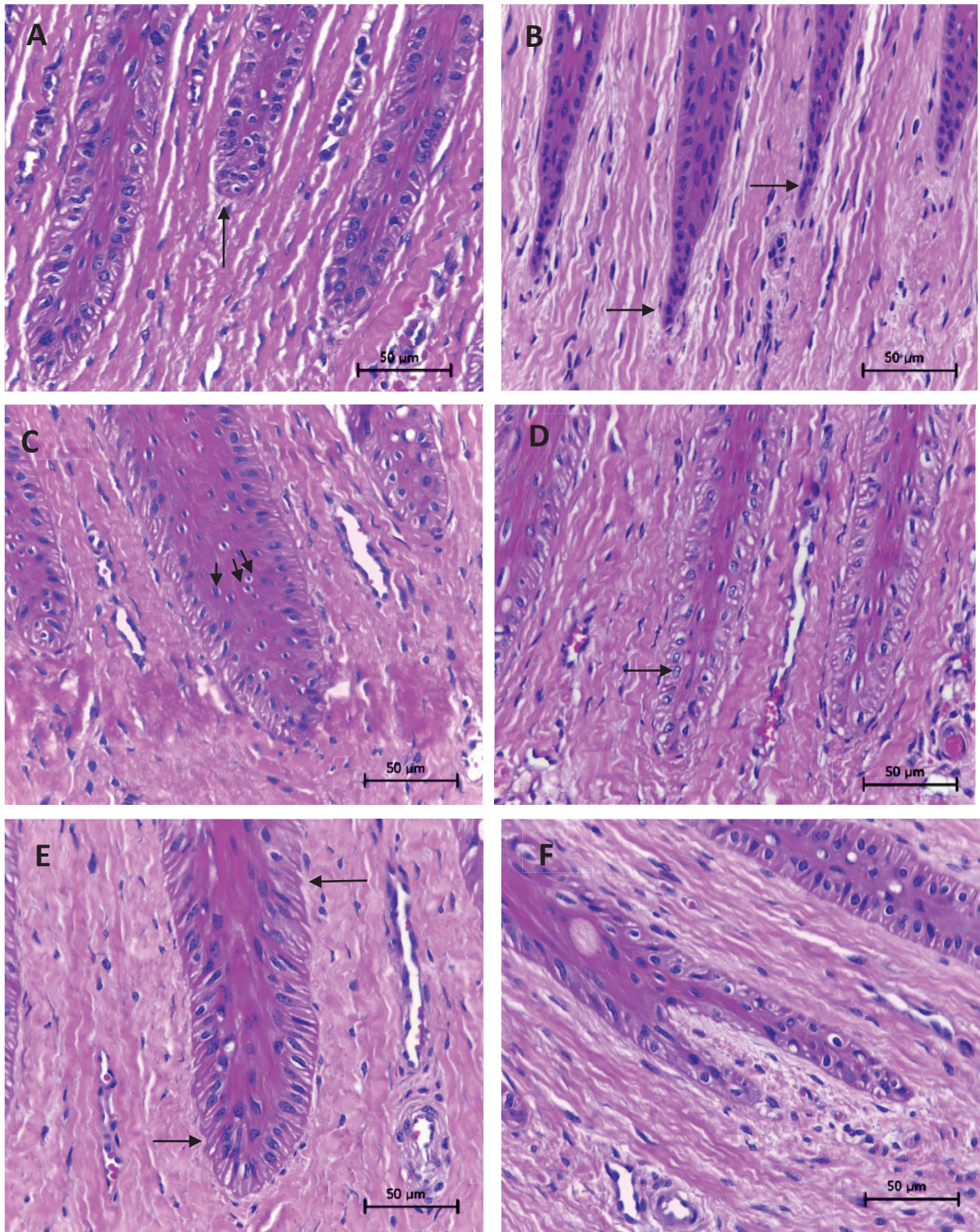
FONTE: O autor (2020).

FIGURA 9 - MICROSCOPIA DE TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINOS EVIDENCIANDO ALTERAÇÕES DO FORMATO DOS NÚCLEOS DAS CÉLULAS BASAIS. A) PRESENÇA DE CERCA DE 50% DE NÚCLEOS OVAIS PERPENDICULAR À MEMBRANA BASAL (SETA) E 50% DE NÚCLEOS REDONDOS (CABEÇA DE SETA). B) PREDOMÍNIO DE NÚCLEOS REDONDOS. C) NÚCLEOS ALONGADOS. D) AUSÊNCIA DE NÚCLEOS. HE, OBJ. 40X.



FONTE: O autor (2020).

FIGURA 10 - MICROSCOPIA DE TECIDO LAMINAR DO CASCO DE BOVINOS EVIDENCIANDO ALTERAÇÕES NAS LÂMINAS EPIDÉRMICAS. A) ENCURTAMENTO DAS LÂMINAS EPIDÉRMICAS. B) AFILAMENTO DAS LÂMINAS EPIDÉRMICAS. C) AUMENTO DAS CÉLULAS SUPRABASAIS. D) NÚCLEOS DAS CÉLULAS BASAIS COM COLORAÇÃO CLARA (EUCROMATINA). E) IRREGULARIDADE DE MEMBRANA BASAL. F) BROTAMENTO DAS PONTAS DAS LÂMINAS EPIDÉRMICAS. HE, OBJ. 40X



FONTE: O autor (2020).

A Tabela 5 apresenta as frequências das lesões da derme dos tecidos laminares de acordo com a dieta e dígito medial e lateral. As alterações mais comuns foram consideradas leves: 57% (40/70) dos tecidos apresentavam leucócitos extravasculares de forma leve, 64% (45/70) hemorragia leve, 57% (46/70) congestão leve e 73% (51/70) edema leve. Leucócito intravascular foi a única variável em que a maioria dos tecidos (66%) não apresentavam alterações (46/70).

Apenas alguns dígitos apresentaram alterações moderadas. Havia leucócitos extravasculares de forma moderada em dois dígitos mediais do grupo 75A (3%). A hemorragia moderada acometeu 7% (5/70) dos dígitos, sendo um dígito medial dos grupos 25A e 100A e três dígitos do grupo 75A. A congestão ocorreu em 10% (7/70), sendo dois dígitos dos grupos 0A e 25A e em um dígito lateral dos grupos 50A, 75A e 100A. Da mesma forma, o edema estava moderado em 10% (7/70), porém ocorreram em um dígito medial dos grupos 25A e 100A, dois dígitos do 50A e três do 75A.

Observou-se lesão de forma acentuada apenas na variável congestão (1%) de um dígito lateral do grupo 25A (1/70). Não foram encontradas arterioesclerose e formações neocapilares.

TABELA 5 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DAS VARIÁVEIS AVALIADAS NA DERME DO TECIDO LAMINAR DO DÍGITO MEDIAL (MED.) E LATERAL (LAT.) DO MEMBRO PÉLVICO DIREITO DE 35 BOVINOS, SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.

Variáveis da derme (N° de tecidos acometidos/%)	Dietas ¹									
	0A		25A		50A		75A		100A	
	Med ²	Lat ³	Med.	Lat.	Med.	Lat.	Med.	Lat.	Med.	Lat.
Leucócitos (intravascular)										
Ausente	4 (57%)	4 (57%)	5 (71%)	4 (57%)	6 (86%)	5 (71%)	6 (86%)	5 (71%)	5 (71%)	2 (29%)
Leve	3 (43%)	3 (43%)	2 (29%)	3 (43%)	1 (14%)	2 (29%)	1 (14%)	2 (29%)	2 (29%)	5 (71%)
Moderada	0 (0%)	0 (%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Leucócitos (extravascular)										
Ausente	4 (57%)	4 (57%)	3 (43%)	4 (57%)	3 (43%)	2 (29%)	2 (29%)	0 (0%)	4 (57%)	2 (29%)
Leve	3 (43%)	3 (43%)	4 (57%)	3 (43%)	4 (57%)	5 (71%)	3 (42%)	7 (100%)	3 (43%)	5 (71%)
Moderada	0 (0%)	0 (%)	0 (0%)	0 (%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Hemorragia										
Ausente	4 (57%)	2 (29%)	4 (57%)	3 (43%)	1 (14%)	0 (0%)	2 (29%)	1 (14%)	1 (14%)	2 (29%)
Leve	3 (43%)	5 (71%)	2 (29%)	4 (57%)	6 (86%)	7 (100%)	4 (57%)	4 (57%)	5 (72%)	5 (71%)
Moderada	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	2 (29%)	1 (14%)	0 (0%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Congestão										
Ausente	1 (14%)	2 (29%)	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (43%)	4 (57%)	2 (29%)	2 (29%)	1 (14%)
Leve	5 (71%)	4 (57%)	6 (86%)	4 (57%)	7 (100%)	3 (43%)	3 (43%)	4 (57%)	5 (71%)	5 (72%)
Moderada	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	2 (29%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	1 (14%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Edema										
Ausente	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	3 (43%)	0 (0%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	0 (0%)	1 (14%)
Leve	6 (86%)	6 (86%)	6 (86%)	4 (57%)	6 (86%)	4 (57%)	4 (57%)	3 (42%)	7 (100%)	5 (72%)
Moderada	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	2 (29%)	1 (14%)	0 (%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

FONTE: O autor (2020).

NOTA: ¹ 0A = 50% concentrado e 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca. ²Med. = Dígito medial do membro pélvico direito. ³Lat. = Dígito lateral do membro pélvico direito.

As frequências das lesões da epiderme do tecido laminar estão dispostas na Tabela 6. As principais alterações revelaram-se no formato do núcleo das células basais: 27 dos 70 dígitos analisados (39%) dos tecidos laminares apresentaram pelo menos metade dos núcleos alterados com formato arredondado, 36% (25/70) possuíam o predomínio de núcleos redondos, 17% (12/70) núcleo alongado ou ausência de núcleo, enquanto apenas seis dos 70 tecidos (8%) apresentavam os núcleos sem alteração. A maioria dos animais dos grupos 0A e 25A apresentaram metade dos núcleos arredondados, enquanto os grupos que recebiam maior porcentagem de aveia (75A e 100A) houve o predomínio total de núcleos redondos. Apenas o grupo que não recebia aveia em substituição à silagem de milho (0A) não apresentou o estágio mais avançado da modificação nuclear (alongado ou ausência de núcleo).

Em todos os grupos as lâminas epidermais predominaram sem encurtamento (76%), enquanto 16 dos 70 tecidos (23%) apresentaram retração leve e apenas um dígito do grupo 75A apresentou retração moderada (1%). No que se refere ao afilamento, a maioria dos tecidos (73%) também apresentavam a largura normal, enquanto 27% (19/70) possuíam afilamento. O grupo 25A apresentou maior frequência de afilamento, três dos sete animais (43%), quando comparado aos demais grupos.

O número de camadas das células suprabasais estava aumentada em 29 dos 70 dígitos (41%), acometendo pelo menos dois dígitos de cada grupo. Em relação densidade da cromatina, a maioria estava normal (69%), com a coloração condensada e intensamente basofílica (heretocromatina) e o restante (31%) apresentava coloração mais clara (eucromatina). O grupo 100A foi o grupo que mais apresentou alteração da cromatina: 5/7 dígitos mediais (71%) e 3/7 dos dígitos laterais (43%).

A membrana basal apresentou-se regular na maioria dos dígitos de todos os grupos, no entanto 20 dos 70 dígitos (29%) avaliados houve irregularidade. Apenas no grupo controle nenhum animal do grupo controle esta alteração. Sobre o brotamento das lâminas epidermais, foi observado duplicação das pontas das lâminas epidermais em apenas oito dos 70 dígitos (11%), ocorrendo em seis dígitos do grupo 75A e dois do grupo 100A.

TABELA 6 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DAS VARIÁVEIS AVALIADAS NA EPIDERMIS DO TECIDO LAMINAR DO DÍGITO MEDIAL (MED.) E LATERAL (LAT.) DO MEMBRO PÉLVICO DE 35 BOVINOS, SEGUNDO OS CINCO TEORES DE AVEIA BRANCA INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO.

Variáveis da epiderme (Nº de tecidos acometidos (%))	Dieta ¹											
	0A			25A			50A			75A		
	Med. ²	Lat. ³		Med.	Lat.		Med.	Lat.		Med.	Lat.	
Núcleo das células basais												
Predomínio oval (normal)	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	6 (8%)
50% oval; 50% redondos	5 (72%)	4 (57%)	4 (57%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	27 (39%)
Predomínio redondos	1 (14%)	2 (29%)	2 (29%)	3 (43%)	2 (29%)	3 (43%)	2 (29%)	3 (43%)	3 (43%)	3 (43%)	3 (43%)	25 (36%)
Alongados ou ausente	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	2 (29%)	2 (28%)	1 (14%)	2 (28%)	1 (14%)	1 (14%)	2 (29%)	2 (29%)	12 (17%)
Encurtamento das lâminas												
Ausente	6 (86%)	6 (86%)	6 (86%)	7 (100%)	6 (86%)	5 (71%)	6 (86%)	5 (71%)	3 (43%)	4 (57%)	5 (71%)	53 (76%)
Leve	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	0 (0%)	1 (14%)	2 (29%)	1 (14%)	2 (29%)	3 (43%)	3 (43%)	2 (29%)	16 (23%)
Moderada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)
Acentuada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Afilamento das lâminas												
Ausente	6 (86%)	6 (86%)	4 (57%)	4 (57%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	51 (73%)
Presente	1 (14%)	1 (14%)	3 (43%)	3 (43%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	1 (14%)	19 (27%)
Camadas de células suprabasais												
Normal	5 (71%)	5 (71%)	4 (57%)	4 (57%)	5 (71%)	3 (43%)	5 (71%)	3 (43%)	3 (43%)	3 (43%)	4 (57%)	41 (59%)
Aumentado	2 (29%)	2 (29%)	3 (43%)	3 (43%)	2 (29%)	4 (57%)	2 (29%)	4 (57%)	4 (57%)	4 (57%)	2 (29%)	29 (41%)
Cromatina das células basais												
Heterocromatina	6 (86%)	5 (71%)	6 (86%)	6 (86%)	4 (57%)	4 (57%)	4 (57%)	4 (57%)	6 (86%)	5 (71%)	2 (29%)	48 (69%)
Eucromatina	1 (14%)	2 (29%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	1 (14%)	3 (43%)	3 (43%)	1 (14%)	2 (29%)	5 (71%)	22 (31%)
Irregularidade de membrana basal												
Ausente	7 (100%)	7 (100%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	5 (71%)	4 (57%)	4 (57%)	4 (57%)	50 (71%)
Presente	0 (0%)	0 (0%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	2 (29%)	3 (43%)	3 (43%)	3 (43%)	20 (29%)
Brotamento de lâminas												
Ausente	7 (100%)	7 (100%)	7 (100%)	7 (100%)	7 (100%)	7 (100%)	7 (100%)	7 (100%)	4 (57%)	4 (57%)	6 (86%)	62 (89%)
Presente	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (43%)	3 (43%)	1 (14%)	8 (11%)

FONTE: o autor (2020).

NOTA: ¹ 0A = 50% silagem de milho (controle); 25A = 50% concentrado, 37,5% de silagem de milho e 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% concentrado, 25% de silagem de milho e 25% de aveia branca; 75A = 50% concentrado, 12,5% de silagem de milho e 37,5% de aveia branca; 100A = 50% concentrado e 50% aveia branca. ² Med. = Dígito medial do membro pélvico direito. ³ Lat. = Dígito lateral do membro pélvico direito.

6 DISCUSSÃO

Os achados deste estudo mostraram que houve uma redução linear do pH ruminal de acordo com a substituição da silagem de milho pelo grão de aveia branca integral. O grão de aveia contém menor teor de fibra em detergente neutro (10%) do que a silagem de milho (54%) (NRC, 2007). Além disso, este grão é um alimento concentrado que contém amido em maior abundância (43,7 e 61%) em comparação à silagem de milho (27-35%) (JHONSON e BOYLES, 1991; NRC, 2007). Desta forma, a menor porcentagem de fibra somado à maior concentração de amido pode levar a uma fermentação láctica com redução do pH ruminal (AFONSO e MENDONÇA, 2007).

Apesar da queda linear, os valores do pH ruminal mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie bovina, o que correlaciona com a normalidade dos protozoários na maioria de todos grupos. A presença dos infusórios vivos no fluido ruminal depende diretamente do pH ruminal (DIRKSEN, 1993). Dehority (2005) afirma que dietas com mais de 60% de concentrado e um pH ruminal abaixo de 6,0 são capazes de causar prejuízos total aos protozoários. Além disso, a maioria dos animais de todos os grupos apresentaram normalidade do tempo de sedimentação e flotação, o que indica uma boa atividade microbiana ruminal (DIRKSEN, 1993). Todos os grupos apresentaram a ocorrência da redução do azul de metileno em questão de segundos. De acordo com Afonso e Mendonça (2007), o tempo de redução não excede a um minuto quando animais são submetidos à alimentação rica em concentrado. Desta forma, acredita-se que a utilização mínima de 50% de concentrado possa ser responsável pelo rápido metabolismo fermentativo da população bacteriana ruminal, mas não o suficiente para afetar o pH ruminal e sua relação com a flora ruminal no momento final do experimento.

Há uma hipótese que a fibra contida no grão de aveia possa ter sustentado o pH ruminal no limite fisiológico, pois o grão de aveia é um cereal com alto teor de fibra bruta (10%) quando comparados aos demais cereais (3%) (CAMPOS e GONZALES, 2016). Faturi et al. (2003) afirmam que o grão de aveia possui grande quantidade de casca e uma menor concentração de amido quando comparados aos outros cereais. A quantidade de amido no grão de aveia é de 400 g/kg/MS, enquanto o milho atinge 740 g/kg/MS (CAMPOS e GONZALES, 2016). Embora não tenham sido encontrados estudos avaliando o pH ruminal de animais recebendo grão de

aveia branca na dieta, o trabalho de Alcantara (2019) observou uma relação da presença de fibra e o reflexo no pH ruminal em bovinos que recebiam dietas de alto grão. Da mesma forma que este estudo, os valores de pH ruminal mantiveram-se dentro do limite de referência quando ofertado a fibra em conjunto ao concentrado (30% de bagaço de cana e 70% milho inteiro), enquanto os animais do grupo recebendo dieta com 100% de milho inteiro apresentaram queda no pH ruminal e o desenvolvimento de acidose ruminal subaguda.

Vale ressaltar que a aferição do pH ruminal deste estudo foi realizada no final do experimento, após os animais estarem submetidos ao tratamento por cerca de cinco meses. Desta forma, há outra hipótese que pode ser responsável pelo pH ruminal dentro da normalidade. De acordo com Goodlad (1981), o rúmen pode adaptar-se a níveis crescentes de grão, aumentando o tamanho das papilas e maximizando a área de superfície para absorção de ácidos graxos de cadeia curta. Segundo Penner et al. (2009), esta capacidade de absorção dos ácidos graxos de cadeia curta pelo epitélio da mucosa ruminal está relacionada ao valor do pH ruminal e à susceptibilidade à acidose láctica ruminal subaguda. Steele et al. (2011) avaliaram o pH ruminal de quatro bovinos durante três semanas após a transição de uma dieta com 100% de forragem para uma dieta contendo 65% de grãos. Acidose ruminal subaguda foi diagnosticada apenas durante a primeira semana, marcada pela menor média diária de pH ruminal ($5,86 \pm 0,05$). Durante a segunda e terceira semanas não se diagnosticou acidose láctica ruminal, indicando, segundo os autores, adaptação da mucosa ruminal à dieta rica em grãos.

Os resultados deste estudo mostraram que as papilas ruminiais não se alteraram macroscopicamente com a introdução do grão aveia branca integral. As médias do comprimento (entre 8,31 a 10,44 mm) e da largura (2,10 a 2,31 mm) das papilas ruminiais em todos os grupos estavam dentro da faixa fisiológica. De acordo com Frapier (2006), o comprimento de uma papila pode variar de 1 a 13 mm e a largura de 0,5 a 3 mm. Entretanto, os valores das áreas das papilas de todos os grupos variaram de 19,6 a 23,1 mm², mostrando-se relativamente desenvolvidas de acordo com Melo et al (2003). Os autores observaram que as áreas das papilas ruminiais de animais alimentados com médio teor de concentrado apresentaram-se relativamente desenvolvidas (37,1 mm²), quando comparados aos alimentados apenas com forragem (9,4 mm²) e ao alto teor de grão (44,1 mm²). Desta forma, pode ser que mesmo com a queda linear do pH ruminal causado pela utilização do

grão de aveia, uma adaptabilidade ruminal ao teor mínimo de concentrado utilizado em todos os grupos possa ser responsável pelo pH dentro da faixa de normalidade. No entanto, o estudo apresentou limitação quanto à ausência de um grupo recebendo apenas dieta forrageira para comprovar esta relação.

Da mesma forma, a oferta do grão de aveia não causou alterações no tamanho histológico das papilas ruminais. Normalmente há redução do estrato córneo em bovinos submetidos a dietas ricas em concentrados em comparação a uma dieta forrageira (CERNIK et al., 2011; MELO et al., 2013; STEELE et al., 2011). Entretanto, a comparação das medidas de espessura dos estratos das papilas ruminais com outros estudos é variável e depende de fatores envolvendo diferentes metodologias. Na literatura, a espessura do estrato córneo variou entre 9,1 μm (MELO et al. 2013) a 51,0 μm (STEELE et al., 2011) em ruminantes que recebem uma dieta predominantemente concentrada, e de 14,2 μm (LIU et al., 2013) a 20,7 μm (BERG e EDVI, 1976) em dietas com fibras mais altas. Portanto, as medidas das papilas ruminais deste estudo foram comparadas entre os grupos tratamentos, sendo possível afirmar apenas que os estratos do epitélio ruminal não se adaptaram com a utilização do grão de aveia.

No que se refere à vacuolização das células do estrato espinhoso e basal, estas alterações foram encontradas em todos os cinco grupos tratamentos e também não foram afetadas pelo grão de aveia. Segundo McGavin e Zachary (2013), é comum encontrar degenerações hidrópicas na microscopia de animais com acidose láctica ruminal. Em uma acidose ruminal aguda induzida experimentalmente em cabras, as primeiras mudanças incluíram vacuolização do citoplasma das células epiteliais e formação de microvesículas (NOUR et al., 1998). Em contrapartida, Tahas et al. (2018) encontraram alterações vesiculares em células do estrato granuloso e espinhoso em antílopes submetidos a uma dieta volumosa, em oposição a dieta rica em concentrado. Os autores acreditam que a presença de células vacuolizadas no estrato espinhoso são indicadores de uma lenta renovação das células epiteliais. Do mesmo modo, Melo et al. (2013) relataram que vacas alimentadas com forragem apresentaram baixo índice mitótico das células basais. Esse fato sugere que o crescimento celular se adapta conforme há aumento no fornecimento de concentrados (GOODLAD, 1981). No entanto, futuras observações são necessárias para concluir se essas células vacuolizadas são uma indicação de um rúmen saudável ou lesões de acidose láctica ruminal.

Em relação à avaliação histopatológica do tecido laminar, no presente estudo foi avaliado o tecido laminar apenas do membro pélvico direito dos animais. Da mesma forma, outros estudos histopatológicos de laminite em bovinos utilizaram o membro pélvico como material de investigação (BOOSMANJ, KOEMAN e NAPA, 1989; TARLTON et al., 2002). A escolha se justifica, pois além da padronização, os membros mais comumente afetados com lesões crônicas de laminite são os pélvicos (RADOSTITS et al., 2007). Tal fato ocorre pois os membros pélvicos se inserem ao corpo por meio da articulação coxo-femoral, criando uma estrutura esquelética rígida com perda da capacidade de diminuir os efeitos do peso (FERREIRA et al., 2003). Em um estudo de Singh, Murray e Ward (1994), as lesões dos bovinos eram mais graves nos membros pélvicos do que nos torácicos. Em relação à comparação dos membros direito e esquerdo, Thoenes et al. (2005) avaliaram a distribuição das lesões histológicas e verificaram que não houve diferença entre membros contralaterais.

Neste estudo, não foi encontrado diferença entre as lesões nos dígitos medial e lateral, do mesmo modo que o estudo de Thoenes et al. (2005), ao observar que não houve tendência de lesões em determinado dígito. Entretanto, Ferreira et al. (2003) afirmam que as claudicações nos bovinos ocorrem com frequência diferente entre os dígitos, sendo o maior envolvimento na unha lateral do membro pélvico devido ao padrão de distribuição de peso. Estas sobrecargas de peso poderiam estimular a função vascular da unha lateral com maior produção de tecido córneo, com uma hipertrofia e hiperplasia das unhas laterais.

As variáveis avaliadas na histopatologia da derme e epiderme do tecido laminar mostraram que os animais de todos os grupos apresentaram lesões compatíveis com laminite. As lesões encontradas são similares ao estudo de Thoenes et al (2005), que encontraram alongamento de lamelas, edema dérmico, hemorragia, alterações na morfologia celular, presença de leucócitos na derme em bovinos com laminite aguda induzida por oligofrutose. Da mesma maneira, Noronha Filho et al. (2019) induziram acidose láctica ruminal aguda pela administração intraruminal de oligofrutose em bezerros e observaram infiltrado inflamatório na derme, alterações morfológicas de células da epiderme basal e irregularidades e destacamento da membrana basal. Entretanto, as lesões também são compatíveis com laminite naturalmente induzidas, conforme os resultados de Mendes et al.

(2013), onde encontraram infiltrado inflamatório na derme de todas as regiões do casco, alteração de células epidermais e irregularidades da membrana basal.

Vale ressaltar que as lesões histopatológicas compatíveis com laminite encontradas foram consideradas leves e os animais não apresentavam manifestação clínica e lesões macroscópicas de enfermidade. Tarlton et al. (2002) afirmam que mesmo animais sem manifestação clínica de laminite podem ter alterações microscópicas no tecido laminar. Vacas leiteiras podem ter inflamação dérmica e mudanças nas células epidérmicas das regiões solear, axial e dorsal do casco, mesmo na ausência de quaisquer sinais macroscópicos de laminite (MENDES et al., 2013). Para avançar ao estágio de lesões macroscópica, Thoenes et al. (2005) afirmam que os animais precisam apresentar uma junção dermo-epidérmica enfraquecida. Segundo Mulling et al. (2006), para apresentar, por exemplo, lesões como as úlceras de sola é preciso que células estejam danificadas a cerca de 6-8 semanas, causando interrupção da produção de cornos.

A ausência de sinal clínico de laminite neste estudo também condiz com a ausência de formação de neocapilares, arterioesclerose e trombos. De acordo com Boosman, Koeman e Nap (1988), formação de neocapilares e shunts arteriovenosos aumentam com a idade em vacas que já possuem sinais clínicos de laminite crônica. Da mesma forma, lesões como hiperplasia do epitélio das lâminas epidermais, arteriosclerose, formação de trombos em pequenas arteríolas configuram um diagnóstico de laminite crônica em bovinos de corte com supercrescimento solear (SINGH, MURRAY e WARD, 1992).

Entretanto, as lesões histopatológicas encontradas compatíveis com laminite também não foram agravadas pela utilização do grão aveia branca. Embora a fisiopatologia da laminite não seja totalmente esclarecida, os fatores predisponentes possivelmente envolvidos neste estudo são a nutrição e o ambiente em que os animais estavam alojados. De acordo com Thoenes et al. (2005), a laminite pode ser iniciada por um fator que perturba a homeostase das células basais epidérmicas ou ativa proteases que influenciam importantes estruturas moleculares, responsável pela ligação normal entre as células basais e a membrana basal.

A nutrição pode ser considerada um dos responsáveis pela etiologia e patogênese da laminite por meio do desenvolvimento de acidose láctica ruminal e deficiências de macro e micronutrientes que afetam a qualidade e integridade do casco (MULLING et al., 2006). Nos casos de acidose láctica ruminal, o excesso de

carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen causa um aumento de ácido láctico e uma queda acentuada no pH ruminal. Consequentemente há proliferação de *Streptococcus bovis* e lactobacilos, abaixando mais o pH, causando a morte de germes gram-negativos e liberação de grandes concentrações de endotoxinas. As endotoxinas, o ácido láctico e a histamina são absorvidos pela corrente circulatória e levam a alterações vasculares, como uma isquemia que prejudica a nutrição das células dermais e epidermais, causando degeneração laminar e subsequente inflamação (THOEFNER et al., 2005; GREENOUGH, 2007). Além disso, experimentos indicam que rações com alto concentrado (> 50% de matéria seca) reduzem a síntese bacteriana de biotina (vitamina B) no rúmen (DaCOSTA-GOMEZ et al. 1998). A biotina é um fator importante na proliferação e crescimento de queratinócitos e sua deficiência prejudica a qualidade do tecido córneo digital tornando-o propenso ao desenvolvimento de laminite (BERGSTEN et al., 2003; SANTACHI et al., 2005). Como no presente estudo foram utilizados 50% de concentrado em todos os grupos, é possível que a biotina tenha envolvimento no desenvolvimento de laminite neste trabalho.

Além do fator nutricional, os animais deste estudo passaram aproximadamente cinco meses em baias com piso de concreto. Bergsten (1988) encontrou uma correlação positiva entre lesões de laminite e piso de concreto. Da mesma forma, Webster (2002) observou mais claudicação em bovinos transferidos de pisos com cama de palha para pisos duros de concreto. De acordo com Mulling et al. (2006), animais se deitam por menos tempo quando as condições de descanso são desconfortáveis. Um ambiente ruim pode propiciar a laminite devido ao aumento na pressão dos pés, alterando a microcirculação no sistema vascular dérmico necessária para o suprimento nutricional e de oxigênio do tecido produtor de corno. Além disso, os autores afirmam que claudicações oriundas de alojamento desconfortável levam a uma redução da eficiência da alimentação/ruminação e se somam ao fator nutricional predisponente de laminite.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição progressiva da silagem do milho pelo grão de aveia reduziu linearmente o pH ruminal mas não causou acidose láctica ruminal, alterações na morfologia das papilas ruminais e o desenvolvimento de laminite. É possível que a substituição total da silagem de milho pelo grão de aveia seja viável, entretanto, foram encontradas um rápido metabolismo fermentativo da microbiota, papilas ruminais relativamente desenvolvidas e lesões compatíveis com laminite até mesmo no grupo controle que não recebeu o grão de aveia. Possivelmente a soma da utilização mínima de 50% de concentrado com o uso de baias com piso de concreto em todos os grupos tratamentos pode ser citada como o principal fator de ocorrência destes achados. Seria necessária a utilização de grupos recebendo dieta 100% forrageira e alojados em baias confortáveis forradas com cama para definir a origem das alterações encontradas, e desta forma, determinar a real possibilidade do uso do grão aveia branca integral como fonte total de fibra em dietas sem forragem.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). **Perfil da Pecuária no Brasil**: relatório anual. 2018. Disponível em <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 24 abr 2019.
- AFONSO, J. A. C.; MENDONÇA, C. L. Acidose Láctica Ruminal. p. 313-319. In: RIET-CORREA, F.R et al. **Doenças de Ruminantes e Equídeos**. v.1. 3.ed. Santa Maria: Editora Pallotti, 2007, p. 722.
- ALCANTARA, U. A. A. **Perfil metabólico e características do fluido ruminal de bovinos submetidos à dieta de alto grão de milho inteiro**. 124f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019.
- ANDERSSON, L.; BERGMAN, A. Pathology of bovine laminitis especially as regards vascular lesions. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 21, n.4, p. 559–566, 1980.
- ANDRIGUETTO, J. M.; et al. **Alimentação animal**: nutrição aplicada. v. 2, 3 ed. São Paulo: Nobel, 1984.
- BARBIERI, R. S.; CARVALHO, J. B.; SABBAG, O. J. Análise de viabilidade econômica de um confinamento de bovinos de corte. **Interações**, Campo Grande, v. 17, n. 3, p. 357-369, jul./set. 2016.
- BARBOSA, F. A.; et al. Análise da viabilidade econômica da terminação de bovinos de corte em confinamento: uma comparação de dois sistemas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 2006.
- BERG, R.; EDVI, P. Morphologische Untersuchungen an der Pansenmukosa von Schafen mit gleichzeitigen klinischen Kontrollen bei Fütterung verschiedener Rationstypen. **Archives of Animal Nutrition**, v. 26, n. 2, p. 147–157, 1976.
- BERGSTEN, C.; et al. Effect of biotin supplementation on performance and claw lesions on a 50 commercial dairy farm. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 12, p. 3953-3962, dez. 2003.
- BOLZAN, I. T.; BONNNECARRÈRE, L. M.; SANCHEZII, P. A. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com uréia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 229-234, jan./fev. 2007.
- BOOSMANJ, R.; KOEMAN, J.; NAP, R. Histopathology of the Bovine Pododerma in Relation to Age and Chronic Laminitis. **Journal of Veterinary Medicine**. v. 36, n.6 p.438-446, jul. 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). **Saúde animal: exportação**. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/exportacao>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

BROWN, M. S.; et al. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of Animal Science**. v. 78, n. 12, p. 3155–3168, dez. 2000.

CAMPOS, D. N.; GONZALES, G. O. **Aveia na alimentação do gado**. 2016. Disponível em: <<http://sinueloagropecuaria.com.br/wp-content/uploads/2016/09/aveia-na-alimentacao-do-gado.doc>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

CASTILLO-LOPEZ. E.; et al. Incidence, prevalence, severity, and risk factors for ruminal acidosis in feedlot steers during backgrounding, diet transition, and finishing. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 7, p. 3053-3063, jul. 2014.

CERNIK, J.; et al. The effect of intensive fattening of bulls with a high-concentrate diet on ruminal mucosa – a morphometric study. **Acta Veterinária Brno**, v. 80, p. 275–279, 2011.

CERVIERI, R.C.; CARVALHO, J. C. F.; MARTINS, C. L. Evolução do manejo nutricional nos confinamentos brasileiros: importância da utilização de subprodutos da agroindústria em dietas de maior inclusão de concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2009, Botucatu. **Anais...Botucatu**: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2009.

CEZAR, I.M., et al. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. 1ª ed. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte. 2005.

DIRKSEN, G. Sistema Digestivo, p.166-228. In: DIRKSEN G., GRÜNDER H. D.& STÖBER M. **Rosenberger**: Exame Clínico dos Bovinos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 419 p. 1993.

ENEMARK, J. M. D. The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. **The Veterinary Journal**, v. 176, p. 32-43, 2008.

EUCLIDES FILHO, K. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1114-1122, set./out. 2003.

FATURI, C.; et al. Grão de aveia-preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 437-448, 2003.

FERREIRA, P.M.; et al. **Sistema locomotor dos ruminantes**. Belo Horizonte: Serviço de Mecanografia da EV/UFMG, 2003.

FRAPPIER, B. L. Digestive system. In: Eurell J, Frappier BL: Dellmanns Textbook of Veterinary Histology. 6 ed. Blackwell Publishing, p. 189-194, 2006.

GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 1, p. 13-20, 2003.

GATTIKER, C., et al. Diet and diet-related disorders in captive ruminants at the National Zoological Gardens of South Africa. **Zoo Biology**, v. 33, n. 5, p. 426–432, set. 2014.

GIBB, D. J.; et al. Use of whole oat in feedlot diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 89, n. 3, p. 415-417, 2009.

GOI, L. J.; et al. Tratamentos físicos do grão de aveia branca (*Avena sativa*) na alimentação de bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n.2, p. 303-307, abr./jun, 1998.

GOMES, R. C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. **Evolução e qualidade da pecuária Brasileira**: nota técnica. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, p. 1-4, mar. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

GOODLAD, R. A. Some effects of diet on the mitotic index and the cell cycle of the ruminal epithelium of sheep. **Quartely Journal of Experimentar Physiology**.v.66, n. 4, p. 487–499, out. 1981.

GREENOUGH P.R. **The laminitis syndrome**, p. 36-54. 2007. In: Ibid. (Ed.), *Bovine Laminitis and Lameness: a hands-on approach*. Elsevier, Toronto, Canada.

GROVUM, W. L. Appetite, palatability and control of feed intake. In: CHURCH, D.C. **The animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, p. 202-216. 1988.

HERNÁNDEZ, J.; et al. Ruminal acidosis in feedlot: from aetiology to prevention. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-8, nov. 2014.

HINDERS, R. G.; OWEN, F. G. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 8, p. 1069-1074, ago. 1965.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Show rural**. Londrina, 2019. Disponível em: <<http://www.iapar.br/2019/02/2454/Associacao-de-Criadores-de-Puruna-presente-no-Show-Rural.html>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

JOHNSON, L.; BOYLES, S. Oats as a feed for beef cattle. **NDSU Extension Service**. Out. 1991. Disponível em: <<https://agnr.osu.edu/sites/agnr/files/imce/pdfs/Beef/OatsAsFeedForBeefCattle.pdf>>. Acesso em 04 jun. 2019.

KLEEN, J. L.; et al. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 50, n. 8, p. 406–414, out. 2003.

LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Passo Fundo: Universidade Passo Fundo. 2014.

LANNA, D. P. D.; ALMEIDA, R. A terminação de bovinos em confinamento. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 3, p. 55-58, jan./jun. 2005.

LEME, P. R.; et al. Desempenho e características de carcaça de animais Nelore, ½ Caracu x Nelore e ¾ Caracu x Nelore confinados com dietas de alto concentrado **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.

LISCHER, C. J.; et al. Suspensory structures and supporting tissues of the third phalanx of cows and their relevance to the development of typical sole ulcers. **Veterinary Record**, v. 151, p. 694–698, dez. 2002.

McGAVIN, M. D.; ZACHARY, J.F. Bases da Patologia em Veterinária. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

LIU, J. H.; et al. A high-grain diet causes massive disruption of ruminal epithelial tight junctions in goats. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 305, n. 3, p. R232–R241, ago. 2013.

LIU, J.; et al. High-grain feeding alters caecal bacterial microbiota composition and fermentation and results in caecal mucosal injury in goats. **British Journal of Nutrition**, v. 112, n.3, p. 416- 427, ago. 2014.

MANDARINO, R. A.; et al. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de bovinos zebuínos alimentados com três dietas de alto concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 5, p. 1463-1471, out. 2013.

MATHISON, G.W. Effects of processing on the utilization of grain by cattle. **Animal Feed Science Technology**, v. 58, p. 113-125, abr. 1996.

MELO, L.; et al. Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 4, p. 1775–1783, abr. 2013.

MENDES, M. F.; et al. Histopathology of dairy cows' hooves with signs of naturally acquired laminitis. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 613-619, mai. 2013.

MILLEN, D. D.; et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, out. 2009.

MORGAN, C. A.; CAMPLING, R. C. Chewing behaviour of hay-fed cows given supplements of whole barley and oats grain. **Journal of Agricultural Science**, v. 91, n.2, p. 415-418, out. 1978.

MULLING, C. K. W.; et al. Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. In: XXIV World Buiatrics Congress, 2006, Nice, França, **Proceedings...** Nice, p. 15-19.

NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America**, v. 23, n. 2, p. 333–350, jul. 2007.

NCR. **Nutrient requirements for dairy cattle**. Washington DC: National Academy Press. 2007.

NORONHA FILHO, A. F.; et al. Characterization of ruminal acidosis and initial phase of laminitis induced by oligofructose in crossbred calves. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 99-106, fev. 2019.

NOUR, M. M. S.; et al. Experimentally induced lactic acidosis in nubian goats: Clinical, biochemical and pathological investigations. **Small Ruminant Research**, v. 31, n. 1, p. 7–17, dez. 1998.

OSORIO, J. S.; et al. Corium tissue expression of genes associated with inflammation, oxidative stress, and keratin formation in relation to lameness in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 95, n.11, p.6388–6396, set. 2012.

PAULO, R. E. C.; RIGO, E. J. Dietas com milho grão inteiro como alternativa em confinamento sem volumoso. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, Uberaba, v.3, p. 1-4, 2012. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/view/510>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

PAULINO, P. V. R.; et al. Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 15, n. 2, p. 161-172, 2013.

PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Tecnologia da produção leiteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 1985, Campinas, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, p. 175.

PENNER, G. B.; et al. Epithelial capacity for apical uptake of short chain fatty acids is a key determinant for intraruminal pH and the susceptibility to subacute ruminal acidosis in sheep. **Journal of Nutrition**. v.139, n. 9, p.1714–1720, jul.2009.

PIOVESAN, L. C.; GAI, V. F. Ganho de peso e desempenho econômico em confinamento de animais cruzados submetidos a diferentes dietas. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, p. 62-69, 2016.

PRADO, I. N.; et al. Animal performance and carcass characteristics of bulls (1/2 Purunã vs 1/2 Canchim) slaughtered at 16 and 22 months old, and three different weights. **Journal of Animal Science**, v.28, n. 5, p.612-619, mai. 2015.

RADOSTITS, O.; et al. **Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10 ed. Saunders Elsevier, 2007.

RESTLE, J.; et al. Processamento do grão de aveia para alimentação de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 10, p. 496-503, set. 2009.

REZAC, D. J.; et al. Prevalence, severity, and relationships of lung lesions, liver abnormalities, and rumen health scores measured at slaughter in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 6, p. 2595-2602, abr. 2014.

REBHUN, W. C. **Doenças do Gado Leiteiro**. São Paulo: Rocca, 2000.

RODRIGUES, M.; et al. Avaliação das características do líquido ruminal, hemogasometria, atividade pedométrica e diagnóstico de laminite subclínica em vacas leiteiras. **Revista Pesquisa Veterinária Brasileira**, Santa Maria, v. 33, p. 99-106, dez. 2013.

SANTOS, A. L.; PEROTTO, D.; SILVA, L. O. C. **Avaliação genética Purunã de 2016: Raça Purunã**. Londrina: IAPAR, v. 1, n.1, 2016.

SANTSCHI, D. E.; et al. Effects of the forage to concentrate ratio on B-vitamin concentrations in different ruminal fractions of dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 85, n. 3, p. 389-399, set. 2005

SINGH, S. S.; MURRAY, R. D.; WARD, W. R. Histopathological and morphometric studies on the hooves of dairy and beef cattle in relation to overgrown sola and laminitis. **Journal of Comparative Pathology**. v.107, p. 319-328. 1992.

SINGH, S. S.; WARD, W. R. MURRAY, R. D. Gross and histopathological study of endotoxin-induced hoof lesions in cattle. **Journal of Comparative Pathology**, v. 110, n. 2, p. 103–115, fev.1994.

SOUZA, A. A. Densidade energética em dietas de bovinos de corte. Uso de grãos ou gordura. BeefPoint, 2006. Disponível em:
<<http://www.beefpoint.com.br/radarestecnicos/nutricao/densidade-energetica-em-dietas-debovinos-de-corte-uso-de-graos-ou-gordura-29187/>>.

STEELE, M. A.; et al. Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. v. 300 p. R1515–R1523, mar. 2011.

TAHAS, S. A.; et al. Microanatomy of the digestive tract, hooves and some visceral organs of addax antelope (*Addax nasomaculatus*) following a concentrate or forage feeding regime. **Anatomy Histology and Embryology**, v. 47, n. 3, p.254–267, 2018.

TARLTON, J. F.; et al. Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving. **Veterinary Journal**. v. 163, n. 2, p. 196–204, mar. 2002.

THOEFNER, M. B.; et al. Histopathology of Oligofructose-Induced Acute Laminitis in Heifers. **Journal of Dairy Science**. v. 88, n.8, p. 2774–2782, ago. 2005.

TURGEON, O. A.; et al. Manipulating grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Washington, v.88, p. 284-295, 2010.

VAN AMSTEL, S.; SHEARER, J. **Manual for treatment and control of lameness in cattle**. Blackwell Publishing, 2006. 212p.

WEBSTER, A. J. F. Effects of housing practices on the development of foot lesions in dairy heifers in early lactation. **Veterinary Record**, v. 151, n. 1, p 9-12, jul. 2002.